

# **Suolo una risorsa da conoscere e proteggere**

**Ugo De Corato**

**Dirigente di Ricerca ENEA**

# Parole chiave



## SUOLO

90% della biodiversità

1/4 in termini di specie

Nei primi 5 cm

100 anni per 1cm

1200 anni per l'humus

95 % delle produzioni alimentari



## BIODIVERSITA'

Capitale naturale pro capite

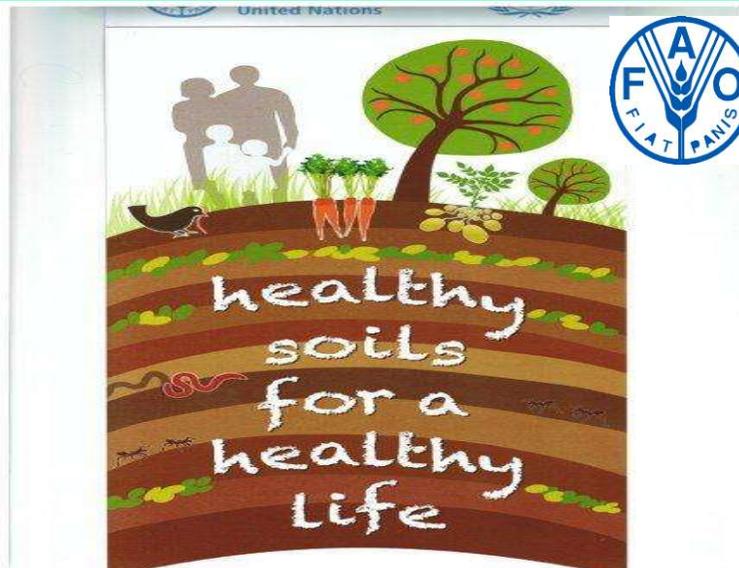
2015  
International  
Year of Soils



La sfida del terzo millennio è il contrasto alla povertà, l'azzeramento della fame e della insicurezza alimentare.

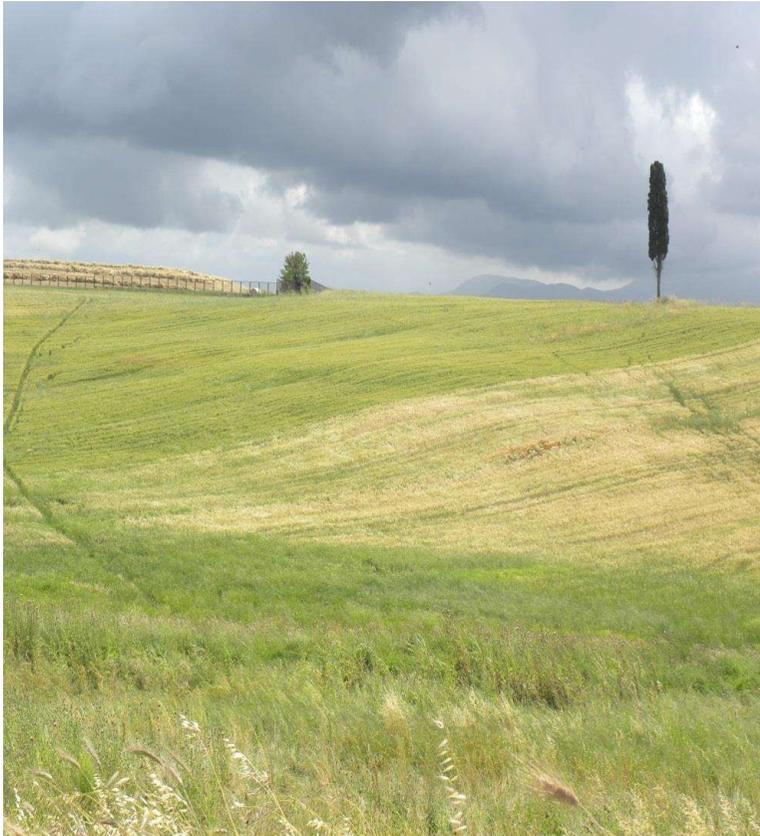


La qualità e la salute del suolo sono la base per la sicurezza alimentare

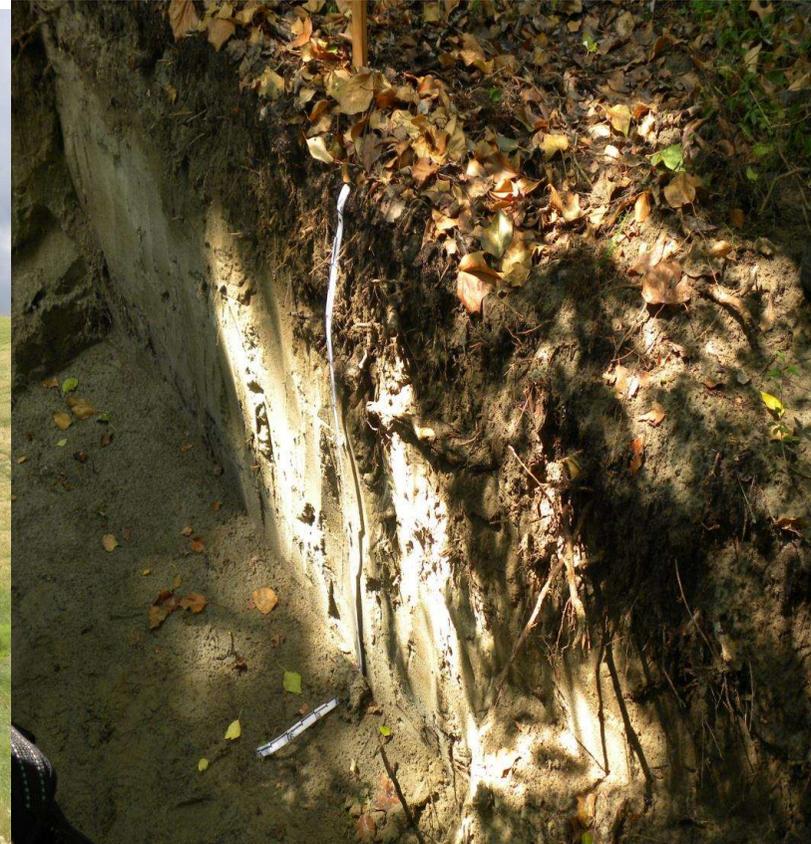


E' stato stimato che il 95 % delle produzioni alimentari deriva direttamente o indirettamente dal suolo

2015  
International  
Year of Soils



La carenza di anche uno solo dei 15 nutrienti richiesti per la crescita delle piante può costituire un fattore limitante alle produzioni



Tutti gli elementi nutritivi presenti nel suolo possono essere assorbiti dalle piante se in forma biodisponibile

2015  
International  
Year of Soils



Nel 2050 le produzioni agricole dovranno incrementare del 60% per sfamare globalmente la popolazione mondiale



Il 33% dei suoli è da moderatamente a molto degradato a causa dell'erosione, carenza di nutrienti, acidificazione, salinizzazione, compattazione ed inquinamento chimico

2015

International  
Year of Soils



Nella maggior parte dei paesi sviluppati c'è spazio per una piccolissima espansione dei suoli destinati all'agricoltura



Nei paesi in via di sviluppo invece più del 70 % dei suoli ha problemi di fertilità

2015  
International  
Year of Soils



***Un uso sostenibile del suolo  
Può garantire un incremento delle produzioni di più del  
58%***

# The Sustainable Development Goals



Developed in collaboration with **TROLLBÄCK + COMPANY** | [TheGlobalGoals@trollback.com](mailto:TheGlobalGoals@trollback.com) | +1.212.529.1010  
For queries on usage, contact: [dpicampaigns@un.org](mailto:dpicampaigns@un.org)

# Principali Servizi ecosistemici basati sul suolo

Formazione di suolo  
Produzione primaria  
Ciclo del carbonio  
Ciclo dei nutrienti  
Stabilità strutturale del suolo  
Stoccaggio dell'acqua  
Habitat per organismi viventi  
Produzione di biomateriali  
Disinquinamento acqua  
Regolazione dei gas  
Culturali (ricreativi, salutistici, storici, ecc.)



# linee guida volontarie per la gestione sostenibile del suolo (VGSSM)

sono state sviluppate attraverso un processo di inclusione nell'ambito del partenariato mondiale del suolo (GSP)





# Motivazioni

cambiamenti climatici,  
rapido incremento della popolazione,  
forte espansione delle città

queste le sfide alle quali l'umanità è chiamata a  
rispondere per poter soddisfare le richieste di  
produzioni alimentari in un contesto di degradazione  
dei suoli agrari

l'urgente necessità di combattere la fame e garantire la  
sicurezza alimentare e l'alimentazione

la comprensione e la gestione sostenibile del suolo  
sono diventate di estrema importanza



## Linee guida volontarie sulla gestione sostenibile del suolo

### Definizione di gestione sostenibile del suolo

«La gestione del suolo è sostenibile se il sostegno, la cura, la regolazione dei servizi ecosistemici forniti dal suolo sono mantenuti o migliorati senza comprometterne la funzionalità». VGSSM, FAO 2016

Gestione  
sostenibile  
del suolo

Mantenime  
nto della  
fertilità

Produzioni agrarie

Conservazione della  
biodiversità

Qualità dell'acqua

Qualità dell'aria



## Punti chiave di una gestione sostenibile del suolo

- 1 – Contenere l'erosione
- 2 – Contenere il degrado della struttura
- 3 – Garantire una adeguata copertura vegetale
- 4 – Promuovere lo stoccaggio del carbonio
- 5 – Garantire la fertilità dei suoli per le produzioni evitando perdite di nutrienti
- 6 – Assicurare livelli minimi di salinizzazione e sodicizzazione
- 7 – Garantire il corretto drenaggio delle acque
- 8 – Assicurare livelli di contaminanti sotto la soglia di tossicità
- 9 – Garantire il mantenimento della biodiversità del suolo e di tutte le sue funzioni
- 10 – Garantire un giusto e sicuro apporto di nutrienti per la produzione di cibo, foraggi, ecc
- 11 – Ridurre il consumo di suolo con una responsabile pianificazione territoriale



Tra gli obiettivi dei piani di sviluppo sostenibile, è stata posta la necessità di ripristinare la fertilità biologica dei suoli, al fine di migliorarne la qualità e quindi lo stato di salute

..

Il suolo è alla base delle produzioni alimentari così come di molti servizi ecosistemici fondamentali a garantire anche la produzione di alimenti. È stato dimostrato che una gestione sostenibile del suolo contribuisce ad aumentare la produzione alimentare, favorendo la qualità nutrizionale degli alimenti, e consentendo al suolo di contribuire all'adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici da parte delle colture.



L'obiettivo delle linee guida è quello di essere un riferimento in grado di fornire raccomandazioni generali tecniche e politiche sulla gestione sostenibile del suolo (**SSM**) per tutti gli operatori del settore.

Le linee guida sono state approvate dalla 155a sessione del Consiglio FAO (Roma, 5 dicembre 2016).



Come procedere

Approfondimenti su  
ciascun tema

## Azioni necessarie

Le linee guida costituiscono un documento nel quale vengono sanciti i criteri generali di una gestione sostenibile del suolo, ai quali dovranno ispirarsi i diversi Paesi per darne attuazione. Ciascun Paese dovrà intraprendere un percorso virtuoso nel quale vengano individuate azioni specifiche per le realtà pedoclimatiche e produttive del Paese.

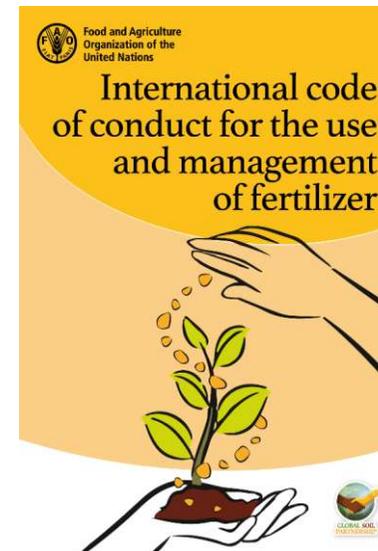
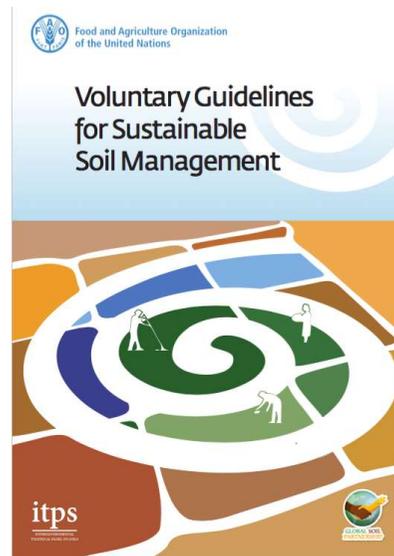
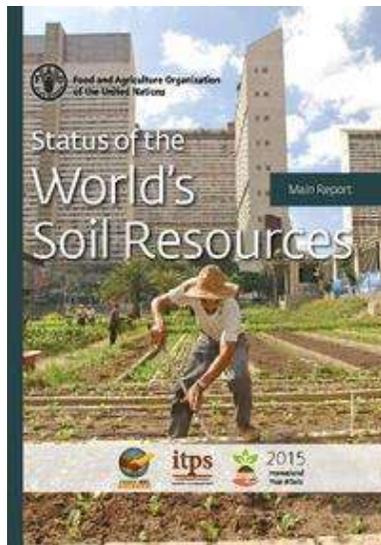


Gli Stati hanno la responsabilità primaria di garantire la sicurezza alimentare e la nutrizione della loro popolazione

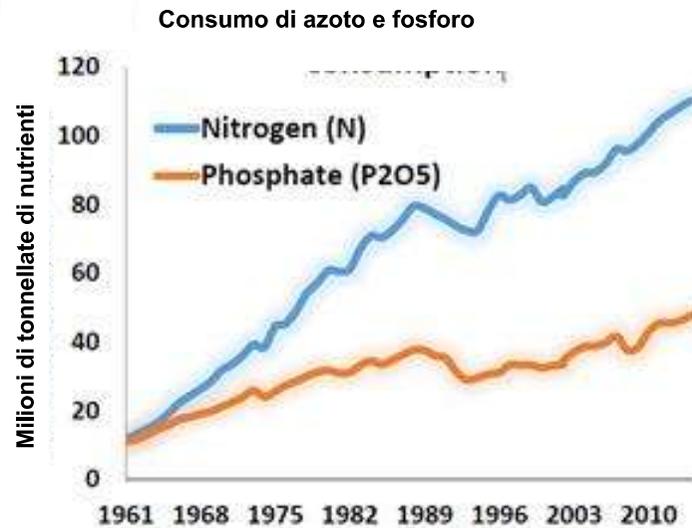
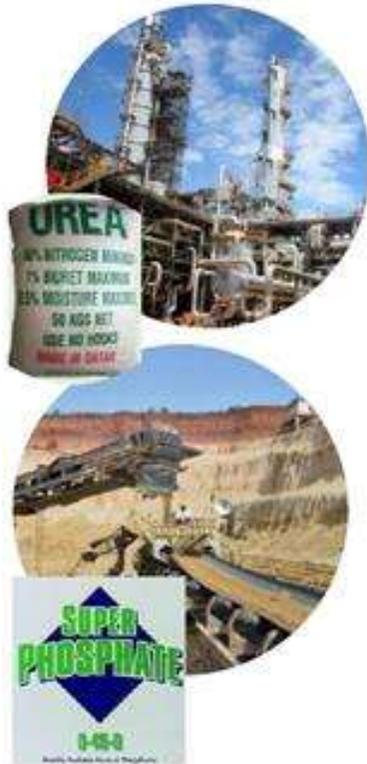
pertanto sono invitati ad:

- assumere il ruolo guida nel promuovere l'attuazione delle VGSSM
- istituire piattaforme e contesti pertinenti per azioni collettive a livello locale, nazionale, regionale
- utilizzare ove possibile le strutture esistenti per promuovere i criteri promulgati nelle VGSSM

# Codice di condotta internazionale per l'uso e la gestione dei fertilizzanti

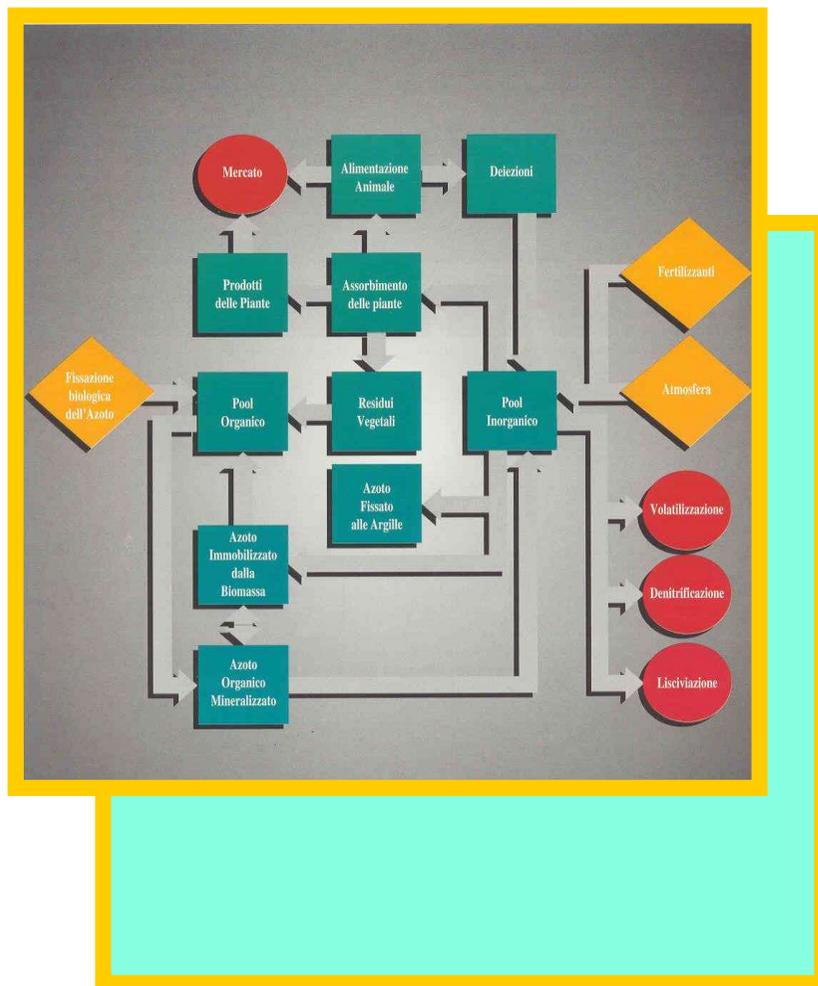


# Le problematiche



Liberamente tratto da  
FAO

## Le problematiche collegate



Emissioni di gas serra

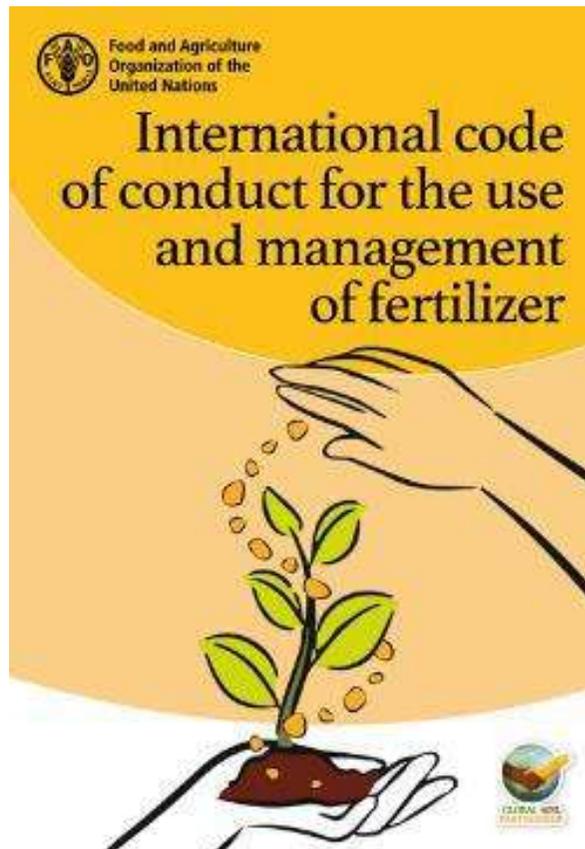
Eccesso di nutrienti

Contaminazione diffusa

Perdita economica

**Il bilancio dell'azoto  
(dell'elemento nutritivo)**

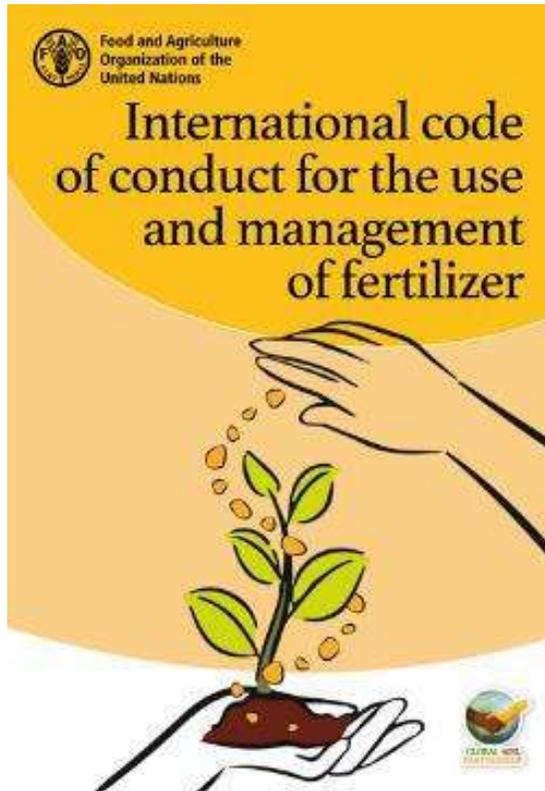
# Le parti interessate



- **Durante il processo, sono state coinvolte varie parti interessate che hanno partecipato alla preparazione di questo codice (governi, settore privato, università, settore della ricerca, società civile, le Organizzazioni Internazionali non Governative, ecc.).**

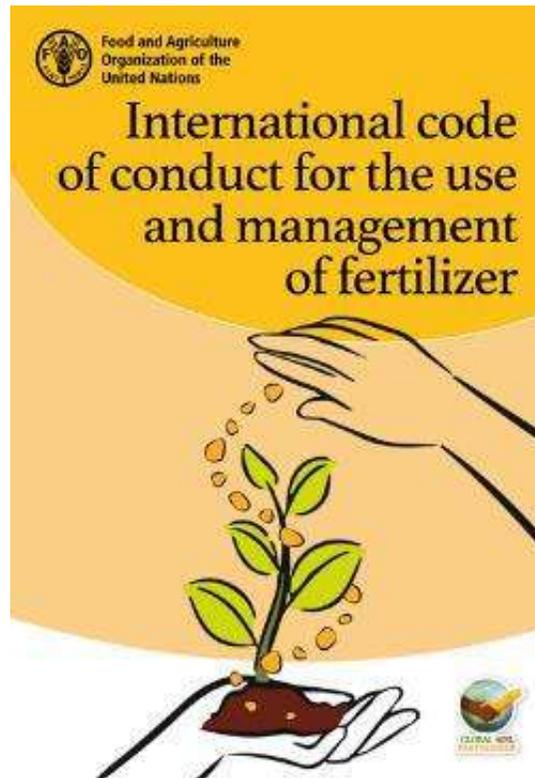
**Processo molto inclusivo!**

# Scopo



- **Aiutare a garantire una produzione globale di cibo e la sicurezza alimentare**
  - **Preservare i servizi ecosistemici e minimizzare gli impatti ambientali (inquinamento del suolo e delle acque);**
  - **Massimizzare i benefici economici e ambientali;**
  - **Evitare eccessi di nutrienti nelle acque;**
  - **Evitare contaminazioni da fertilizzazione con materiali di scarsa qualità;**
  - **Aumentare la sicurezza alimentare, le diete, la qualità nutrizionale e la salute umana;**
- \* Accrescere la consapevolezza mondiale sul principio che non si può ottenere una sostenibilità delle produzioni senza preservare la fertilità del suolo\***

# Contenuti



**Articolo 1. Ambito, Finalità, e Obiettivi**

**Articolo 2. Termini e Definizioni**

**Articolo 3. Fertilità del suolo e nutrizione piante**

**Articolo 4. Uso e gestione del fertilizzante**

**Articolo 5. Riutilizzo e riciclo dei nutrienti**

**Articolo 6. Composizione, limiti e metodologie di analisi**

**Articolo 7. Accesso, distribuzione ed etichettatura**

**Articolo 8. Informazione, estensione e ricadute**

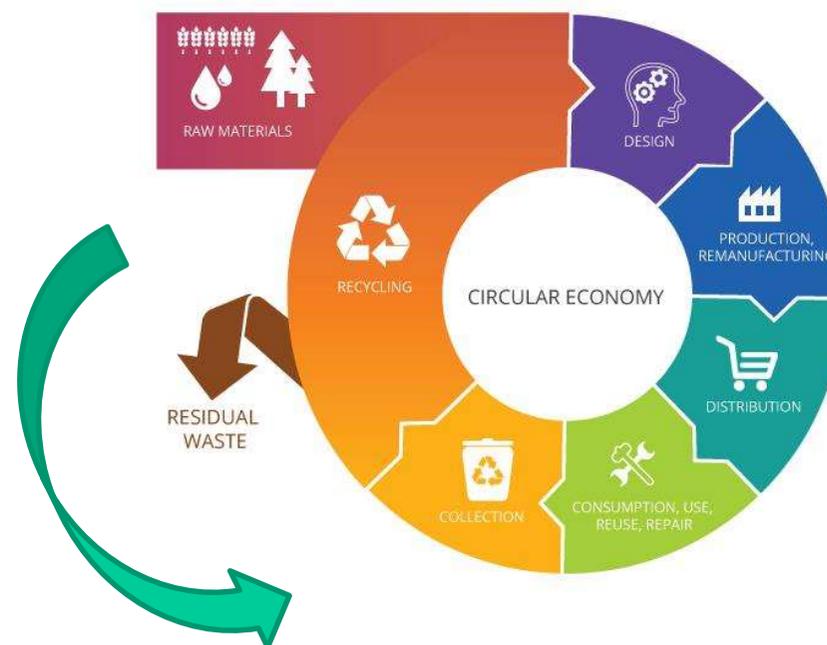
**Articolo 9. Implementazione, divulgazione, uso e valutazione**

**Articolo 10. Citazioni**

# Economia Circolare promossa dall'U.E.

Definisce genericamente tutti i processi dell'economia industriale che non generano rifiuti ed inquinamento (Pearce and Turner, 1989).

Pacchetto sull'economia circolare dell'U.E..



Revisione della normativa in materia di  
Fertilizzanti  
Rifiuti  
La produzione di rifiuti deve tendere a zero

# Nuove frontiere nella nutrizione delle piante

Carenze di materia prima grezza per la produzione di fertilizzanti

Incrementare l'efficienza dei nutrienti

Individuare fonti alternative di elementi nutritivi

Incrementare la capacità di assorbimento dei nutrienti da parte delle colture

# Nuove frontiere nella nutrizione delle piante

Risparmio energetico nella produzione di fertilizzanti, ma anche nel loro uso

Fonti alternative di energia (biodigestione, pirolisi, termoconversione, ecc)

Nuovi fertilizzanti (fertirrigazione, lento rilascio, ricoperti, biostimolanti, organo-minerali, ecc)

# Nuove frontiere nella nutrizione delle piante

Sostenibilità ambientale ( qualità dell'aria, acqua, e suolo)

Sviluppare nuovi fertilizzanti basati sul basso impatto ambientale.

Contenere le emissioni gassose, la lisciviazione dei nutrienti, l'inquinamento del suolo, ecc.

Ridurre le somministrazioni di fertilizzanti e di pesticidi

# Nuove frontiere nella nutrizione delle piante

Alta qualità delle produzioni sia in senso qualitativo che quantitativo

Sviluppare nuovi fertilizzanti in grado di stimolare il metabolismo delle piante e del suolo;

Incrementare le relazioni suolo-pianta attraverso la stimolazione del metabolismo primario e secondario tra suolo e pianta;

Ricerca sostanze in grado di influenzare lo sviluppo delle piante direttamente o indirettamente per incrementare le produzioni in breve tempo qualitativamente e quantitativamente mediante nuove materie prime di recupero o combinazione con un risparmio energetico ed economico.

Garantire salubrità delle produzioni. La qualità dell'ambiente e la salute umana ed animale

La carenza di uno solo dei 15 elementi della fertilità  
può determinare problemi alle produzioni, che si  
ripercuotono

Sulla nutrizione animale ed umana

**SUOLI SANI PER UNA VITA SANA**

Salubrità dell'ambiente produttivo

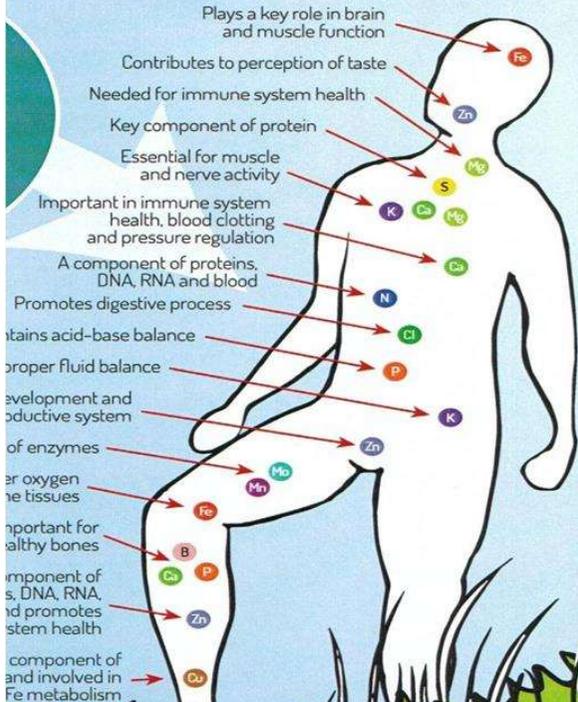
Fertilità del suolo





# 11 of Nutrition

FAO/WHO 2015



**Soil degradation leads to the loss of soil micro and macronutrients**

**Nutrient-poor soils are unable to produce healthy food with all the necessary nutrients for a healthy person**

**Over 2 billion people suffer from micronutrient deficiencies**



©FAO 2015 - BC275e/1712.15

# Grazie per l'attenzione!



[decorato.ugo65@gmail.com](mailto:decorato.ugo65@gmail.com)

# Agricoltura, l'economia circolare è un'opportunità

Riutilizzo sostenibile degli scarti agricoli: al Momevi di Faenza (Ra) un convegno con esperti e testimonianze dirette di aziende



di Lorenzo Pelliconi



L'economia circolare è un'opportunità per la viticoltura  
Fonte foto: © francescomou - Fotolia

Nella giornata di apertura del **Momevi** di Faenza, venerdì 24 marzo 2017, il convegno che ha aperto la tre giorni di agricoltura a Faenza ha trattato il tema dell'**economia circolare** nel **settore agricolo**, con vera e reale

opportunità per un futuro sostenibile e competitivo.

Dopo i saluti iniziali dell'assessore di Faenza all'Agricoltura Antonio Bandini, **Chiara Pezzi** del **Crpv** ha spiegato il progetto “**Sostinnovi**” dell'ambito del programma per il Por-Fesr 2014-2020 dell'Emilia Romagna.

*“L'obiettivo del progetto è quello di **trasformare l'Emilia Romagna in un centro per l'innovazione sostenibile in viticoltura**. Il cantiere progettuale è partito nell'aprile 2016 e terminerà a marzo 2018, con alcuni obiettivi realizzativi: il **telerilevamento** e altre tecniche avanzate applicate alla **viticoltura**, i processi e l'innovazione nell'industria enologica, la valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola, il monitoraggio della fermentazione e l'**Ict** applicata alla **filiera**, l'attività di diffusione e disseminazione dei risultati. Tutti questi passaggi sono fondamentali per ricercare una viticoltura sempre più sostenibile”.*

**Crpa** e **Crpv** hanno poi presentato lo studio, finanziato in parte anche dalla Regione Emilia Romagna, relativo all'utilizzo nel lungo periodo di ammendante compostato misto nella gestione della fertilizzazione del pescheto: *“La concimazione con ammendante compostato misto sembra superiore a quella tradizionale con **fertilizzanti minerali**, sia dal punto di vista economico che ambientale, consentendo il **completamento del ciclo delle materie prime**, prodotte nel settore primario e successivamente reintrodotte nella **produzione agricola come fertilizzanti**, provenienti da rifiuti opportunamente trattati”.*

**Caviro**, con la joint venture **Enomondo**, ha presentato il proprio caso aziendale relativo all'economia circolare, a riguardo del **riutilizzo degli scarti e rifiuti agroindustriali a risorse per l'agricoltura** per la produzione di **biogas e compost di qualità**.

La prima fase del processo riguarda il ritiro di circa 80mila tonnellate di vinaccia e 20mila di feccia all'anno, da cui si ottiene **alcool, acido tartarico, enocianina, polifenoli e vinaccioli**. La seconda fase riguarda la produzione di biogas ottenuto mediante fermentazione in **biodigestori**, mentre la terza fase è dedicata alla produzione di ammendanti mediante la controllata Enomondo srl.

Infine il **Consorzio Astra** ha spiegato il suo impegno e la sua attività nella **gestione dei rifiuti agricoli** in Emilia Romagna.

*“Mettiamo a disposizione la nostra esperienza aziendale alle aziende agricole– ha ricordato il direttore Boris Pesci - che trovano così risposta a qualsiasi esigenza relativa al recupero e smaltimento dei rifiuti”.*

Fonte: Agronotizie

Autore: Lorenzo Pelliconi

I recenti episodi di contestazione da parte degli agricoltori mettono in evidenza come ormai il sistema agroalimentare, così come è stato progettato dai fautori della cosiddetta rivoluzione verde del secolo scorso, sia oggi insostenibile per gli aspetti ecologici, economici e sociali e – perché no ? - etici.

In questa situazione di disagio generale, le proposte che si pongono l'obiettivo di elaborare un modello diverso di produzione e consumo si moltiplicano. Alcune provengono dalla comunità scientifica, altre dalle aziende agricole stesse o da centri di innovazione che sviluppano ricerche partecipate che coinvolgono diversi componenti delle filiere agroalimentari. Tutte queste esperienze, di diversa natura e potenzialità, stanno sperimentando e applicando nuovi principi e pratiche, sviluppando proprie tecnologie. Chi non è del settore non sempre riesce a orientarsi e seguire il dibattito interno.

Tra le molte "agricolture del cambiamento" l'agricoltura rigenerativa (AR) appare promettente perché propone non solo di cambiare alcune parti del sistema, ma di elaborare e applicare nuovi principi e pratiche al fine di dare nuova vita, rigenerare gli agroecosistemi degradati, restituendo loro la capacità di produrre diffusamente alimenti sani e ricchi di elementi nutritivi. Vediamo quali sono le sue caratteristiche.

## Gli esordi dell'agricoltura rigenerativa

I ricercatori Gabel e Ho-Ping utilizzarono per primi l'espressione "agricoltura rigenerativa" nel lontano 1979, per indicare una svolta del sistema agro-alimentare all'interno dello scenario internazionale. Negli stessi anni il termine fu utilizzato anche da Robert Rodale, figlio del fondatore del Rodale Institute, dove si erano avviate sperimentazioni per valutare in pratica i principali caratteri e i risultati dell'agricoltura biologica rigenerativa. Si rivoluzionava il sistema allora predominante attraverso alcuni forti cambiamenti: era adottato un approccio olistico per superare un riduzionismo considerato controproducente e per integrare gli aspetti di miglioramento ambientale e sociale, escludendo l'uso di fertilizzanti e fitosanitari di sintesi (vedi i sette principi dell'agricoltura rigenerativa). In seguito, Rodale e molti altri scienziati utilizzarono il termine "rigenerativo" per indicare qualcosa che potesse andare oltre al concetto di sostenibile.

Questa prima fase pionieristica, seguita da un periodo di interesse non particolarmente acceso, è comunque stata un trampolino di lancio per il forte risveglio avvenuto con il nuovo secolo.

I recenti episodi di contestazione da parte degli agricoltori mettono in evidenza come ormai il sistema agroalimentare, così come è stato progettato dai fautori della cosiddetta rivoluzione verde del secolo scorso, sia oggi insostenibile per gli aspetti ecologici, economici e sociali e – perché no ? - etici.

In questa situazione di disagio generale, le proposte che si pongono l'obiettivo di elaborare un modello diverso di produzione e consumo si moltiplicano. Alcune provengono dalla comunità scientifica, altre dalle aziende agricole stesse o da centri di innovazione che sviluppano ricerche partecipate che coinvolgono diversi componenti delle filiere agroalimentari. Tutte queste esperienze, di diversa natura e potenzialità, stanno sperimentando e applicando nuovi principi e pratiche, sviluppando proprie tecnologie. Chi non è del settore non sempre riesce a orientarsi e seguire il dibattito interno.

Tra le molte "agricolture del cambiamento" l'agricoltura rigenerativa (AR) appare promettente perché propone non solo di cambiare alcune parti del sistema, ma di elaborare e applicare nuovi principi e pratiche al fine di dare nuova vita, rigenerare gli agroecosistemi degradati, restituendo loro la capacità di produrre diffusamente alimenti sani e ricchi di elementi nutritivi. Vediamo quali sono le sue caratteristiche.

## Gli esordi dell'agricoltura rigenerativa

I ricercatori Gabel e Ho-Ping utilizzarono per primi l'espressione "agricoltura rigenerativa" nel lontano 1979, per indicare una svolta del sistema agro-alimentare all'interno dello scenario internazionale. Negli stessi anni il termine fu utilizzato anche da Robert Rodale, figlio del fondatore del Rodale Institute, dove si erano avviate sperimentazioni per valutare in pratica i principali caratteri e i risultati dell'agricoltura biologica rigenerativa. Si rivoluzionava il sistema allora predominante attraverso alcuni forti cambiamenti: era adottato un approccio olistico per superare un riduzionismo considerato controproducente e per integrare gli aspetti di miglioramento ambientale e sociale, escludendo l'uso di fertilizzanti e fitosanitari di sintesi (vedi i sette principi dell'agricoltura rigenerativa). In seguito, Rodale e molti altri scienziati utilizzarono il termine "rigenerativo" per indicare qualcosa che potesse andare oltre al concetto di sostenibile.

Questa prima fase pionieristica, seguita da un periodo di interesse non particolarmente acceso, è comunque stata un trampolino di lancio per il forte risveglio avvenuto con il nuovo secolo.

# Le tante definizioni

La più recente fioritura di pubblicazioni scientifiche che riportano l'attenzione sull'agricoltura rigenerativa s'inserisce all'interno del dibattito sulla sostenibilità in generale e sulle forme di agricoltura sostenibile, alternative all'agricoltura convenzionale di stampo industriale. Il numero di articoli di ricerca che utilizzano il termine "agricoltura rigenerativa" è aumentato esponenzialmente nell'ultimo decennio e ciò ha determinato un forte incremento di definizioni non sempre concordanti.

L'agricoltura rigenerativa è un «approccio olistico ai sistemi agricoli che incoraggia l'innovazione continua per il benessere ambientale, sociale, economico e spirituale». Il ricercatore Christopher Rhodes la propone come sistema alternativo per la produzione di cibo con impatto ambientale e/o sociale ridotto o addirittura positivo: «L'agricoltura rigenerativa ha al centro l'intenzione di migliorare la salute del suolo o di ripristinare il suolo altamente degradato, che migliora simbioticamente la qualità dell'acqua, della vegetazione e della produttività del terreno; un progetto olistico a lungo termine che cerca di coltivare la maggior quantità di cibo utilizzando il minor numero possibile di risorse in modo da rivitalizzare il suolo anziché impoverirlo, offrendo al contempo una soluzione per il sequestro del carbonio». Secondo Rhodes, l'obiettivo generale è quello di sfruttare i processi naturali, anche attraverso le seguenti azioni:

- Catturare il carbonio nel suolo attraverso la fotosintesi di piante ad alta produzione di biomassa
- Migliorare le interazioni simbiotiche suolo-microbiota-pianta
- Utilizzare i sistemi biologici per migliorare la struttura del suolo e la ritenzione idrica
- Includere il bestiame, con un impatto positivo previsto sui servizi ecosistemici

Il rapporto speciale *Climate Change and Land* dell'IPCC (Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico) indica l'agricoltura rigenerativa come una «pratica di gestione sostenibile del territorio» incentrata sulle funzioni ecologiche che «può essere efficace nel costruire la resilienza degli agro-ecosistemi».

# L'agricoltura rigenerativa nel concreto

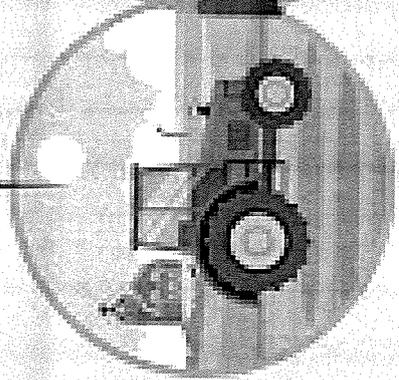
Di seguito alcuni esempi concreti delle tecniche agronomiche considerate dall'agricoltura rigenerativa: minima lavorazione, vale a dire ridurre le lavorazioni del terreno fino alla semina diretta sul terreno sodo; ampie rotazioni e ricche consociazioni; colture di copertura, vale a dire piante coltivate da inserire tra una coltura principale e l'altra per non lasciare nudo il terreno; biostimolanti, anche di autoproduzione aziendale; allevamento estensivo con pascolo rotazionale; forte riduzione di prodotti di sintesi.

Tutto ciò per raggiungere gli obiettivi di miglioramento della salute del terreno, di miglioramento della qualità degli alimenti prodotti, di mantenimento del reddito aziendale, di riduzione degli impatti sulle risorse a partire dalla emissione dei gas serra. Tutte queste pratiche sono espressione concreta di alcuni chiari principi di base: riduzione al minimo del disturbo arrecato al terreno coltivato; cura sistematica di quest'ultimo da mantenere sempre coperto con vegetazione di vario tipo; cura della fertilità del terreno e della vita della rizosfera; aumento dell'agrobiodiversità e della biodiversità in genere; integrazione della coltivazione con l'allevamento e ottimizzare dei loro rapporti nel tempo e nello spazio. Hargreaves-Mendez e colleghi sottolineano, infatti, l'importanza di includere il benessere animale nelle analisi che riguardano l'agricoltura rigenerativa. In quanto iniziativa più che sostenibile ed emergente, questa forma di agricoltura dovrebbe colmare questa lacuna e rendere espliciti i suoi impatti sul benessere degli animali, mostrando prove dei potenziali risultati positivi in termini di benessere animale, umano e ambientale. Senza queste prove, un sistema non dovrebbe essere considerato rigenerativo.

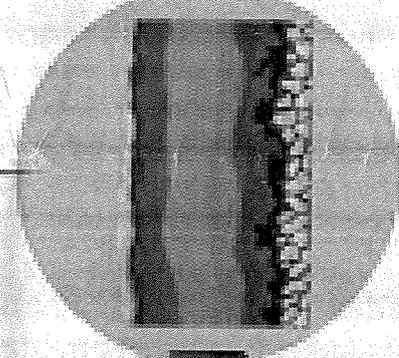
Khangura e colleghi la definiscono in termini di strategia agricola che utilizza i processi naturali per aumentare l'attività biologica, migliorare la salute del suolo, migliorare il ciclo dei nutrienti, ripristinare la funzione del paesaggio e produrre cibo e fibre, preservando o aumentando la redditività dell'azienda.

# Principles of Regenerative Agriculture

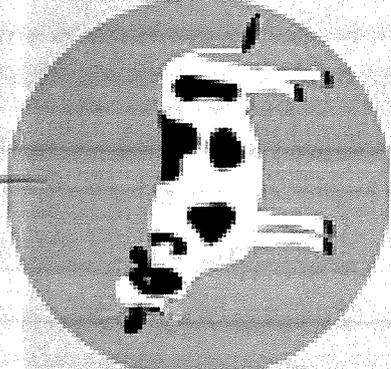
**Minimize**  
soil disturbance



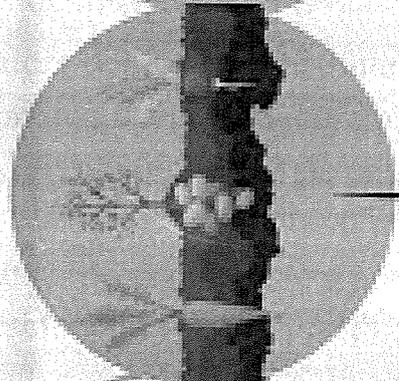
**Keep**  
the soil covered



**Integrate**  
livestock

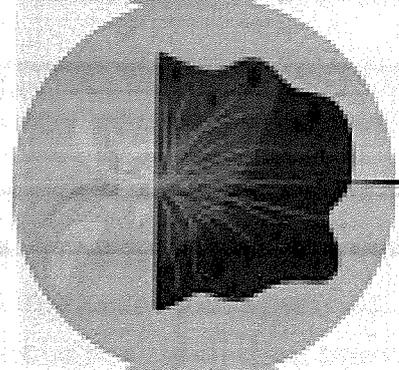


**Maximize**  
crop diversity



**Maintain**

living root year-round



**Agronomia****Scarti per la fertilità**

Catello Pane  
Giuseppe Celano  
Massimo Zaccardelli

L'attività agricola genera una notevole quantità di biomasse di scarto sotto forma di residui verdi di coltivazione, prodotti non commerciabili, quindi invenduti, e scarti provenienti dalla preparazione e dal confezionamento. In mancanza di impieghi produttivi, queste biomasse sono considerate come un rifiuto e, pertanto, sono destinate allo smaltimento, con ulteriori oneri a carico delle aziende. Inoltre, è da evitare che le biomasse vegetali di scarto, soprattutto quelle provenienti dalle coltivazioni in serra e dalle lavorazioni in magazzino, siano accatastate e lasciate decomporre all'aperto, con conseguenti problemi anche di ordine ambientale. La valorizzazione degli scarti attraverso un loro recupero e utilizzo in successivi cicli di produzione determinerebbe, invece, un interessante cambio di prospettiva, facendo rientrare le biomasse agricole nella categoria dei co-prodotti. Questa visione innovativa può incidere positivamente sulla sostenibilità dell'azienda, essendo in grado di recuperare un rifiuto e tramutarlo in risorsa. La produzione di compost di qualità rappresenta una possibilità di sfruttamento della ricca e pregiata fonte di molecole organiche costituita dai residui vegetali. Questo tipo di attività consente, da un lato, di razionalizzare e ridurre i costi di gestione delle biomasse di scarto e, dall'altro, di garantire l'approvvigionamento di sostanza organica umificata della quale i suoli agricoli hanno sempre bisogno.

**Il compostaggio**

Il compostaggio è un processo biologico naturale e sostenibile che, grazie all'azione dei microrganismi, consente di trasformare i materiali organici non degradati in compost. Questo particolare tipo di trasformazione

La produzione di compost da scarti colturali aziendali contribuisce all'aumento della fertilità del terreno agrario e all'affermazione dell'agricoltura sostenibile.

biossidativa in fase solida, cui è sottoposta la biomassa disposta in cumuli, è affidata alla complessità delle interazioni che si innescano tra substrato e microflora.

Lo sviluppo di calore all'interno del cumulo definisce le due fasi del processo attivo.

La prima fase, termofila, caratterizzata da innalzamenti di temperatura anche superiori ai 60°C, consente di ottenere l'igienizzazione o pastorizzazione della massa mediante l'eliminazione delle specie microbiche patogene sia per l'uomo e gli animali sia per le piante.

La seconda fase mesofila, caratterizzata da un progressivo calo della temperatura, ha luogo quando la maggior parte delle molecole di carbonio più facilmente aggredibili, sono state metabolizzate dai microrganismi del cumulo.

Prima di trasformarsi in compost, tuttavia, il cumulo dovrà subire l'ultima fase di compostaggio, detta *curing* o maturazione, con la quale è raggiunto il definitivo grado di stabilità e umificazione. In base alla legislazione vigente, sono necessari 90 giorni dall'inizio del processo di compostaggio per avere un compost maturo commercializzabile. Il compost, dunque, è un materiale organico che ha subito un arricchimento di molecole carboniose idrofobe e di sostanze umiche, come gli acidi umici e fulvici, che lo rendono maggiormente refrattario alla degradazione microbica. In genere, il compostaggio è realizzato in impianti industriali che lavorano biomasse su larga scala – per esempio la frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani – i quali adottano i più disparati sistemi di areazione: rivoltamento meccanico, areazione forzata in bioreattori o in camere a insufflazione. Sono proprio questi impianti che soddisfano gran parte della domanda di compost

proveniente dall'agricoltura. In merito allo sviluppo compiuto dall'agricoltura organica, il fattore costo del trasporto diventa sempre più determinante e restrittivo, limitando le capacità di rifornimento di compost dall'esterno. Un ostacolo apparentemente insormontabile che, però, potrebbe essere agevolmente aggirato attraverso una particolare pratica di gestione delle biomasse organiche di scarto e che sta, tuttora, diffondendosi in diversi comparti agricoli: il compostaggio aziendale, altrimenti detto *on-farm*.

L'autoproduzione di compost, grazie al compostaggio dei residui agricoli, consente di chiudere il ciclo delle biomasse all'interno della medesima azienda che le produce, risolvendo il problema degli smaltimenti e consentendo all'imprenditore agricolo di approvvigionarsi di sostanza organica stabile (umificata) a basso costo. Il compostaggio *on-farm* si affida a tecnologie semplici basate su impianti di dimensioni adeguate ai fabbisogni dell'azienda, realizzati possibilmente con attrezzature già presenti presso le stesse o, comunque, facilmente accessibili. I sistemi che possono essere adottati dipendono dalla dimensione del problema: quantità e tipologia delle biomasse da trattare, frequenza della loro produzione e dotazioni aziendali. La modalità più semplice di compostaggio *on-farm* è quella del "cumulo statico" in cui le biomasse, una volta accumulate, non saranno più movimentate fino al termine del processo. Questo sistema si adatta a una tipologia di biomasse molto strutturanti, come quelle di tipo legnoso che, miscelate a materiale erbaceo, conferiscono sufficiente porosità alla massa e consentono un'efficiente diffusione dell'aria. Il metodo "a rivoltamento periodico" del cumulo rappresenta un sistema intermedio la cui adozione, per la verità, dipende essenzialmente dalla disponibilità aziendale di personale, macchine e attrezzi utili per assolvere alla funzione senza grandi perdite di tempo. Il "cumulo statico ad areazione forzata", infine, rappresenta la tecnologia più avanzata che possa essere messa in campo, in maniera conveniente, nelle applicazioni *on-farm*. La ventilazione periodica della massa è ottenuta mediante una soffiante, attivata da un temporizzatore, che diffonde aria mediante tubi forati posti alla base del cumulo. Una miscela equilibrata di materiale legnoso (strutturante) e materiale verde-erbaceo (nutrizionale) è necessaria al fine di garantire la giusta porosità che consente la diffusione dell'aria e lo scambio di calore con l'esterno.

### Utilizzi e proprietà

La dinamica della decomposizione si basa sul fatto che alla fine del processo il materiale perde la fitotossicità iniziale e acquista caratteristiche microbiologiche, chimiche e molecolari, specifiche e superiori. Sono questi alla fine gli elementi che conferiscono al compost la qualità necessaria per essere impiegato in sicurezza nelle applicazioni agricole come, per esempio, l'ammendamento dei suoli. L'aggiunta di compost nel suolo rappresenta la sua principale modalità di applicazione in agricoltura, derivante dai noti benefici che ne derivano. La sostanza organica nel suolo, infatti, gioca un ruolo cruciale per il mantenimento della fertilità e della produttività dei sistemi agricoli svolgendo funzioni nutrizionali, ma anche di stimolazione delle attività microbiche, di manutenzione della struttura del suolo, di areazione, ritenzione dell'umidità e di aumento della capacità tampone. La sua perdita, dovuta sia all'attività propriamente agricola, sia a fattori ambientali, conduce inesorabilmente alla degradazione del suolo. Pertanto, apporti esterni di sostanza organica, come il compost, rappresentano una pratica agricola non solo auspicabile, ma sempre più necessaria. Le coltivazioni intensive, con lavorazioni del suolo frequenti e marcate, sono causa dell'impoverimento dei suoli in termini di sostanza organica. A questo si aggiunge il mancato ritorno al suolo dei cascami i quali, per motivi fitosanitari o di gestione, sono allontanati dalle superfici per far posto alle coltivazioni in successione. Inoltre, la diffusione della monocoltura e la rapida successione di più cicli colturali all'anno (per esempio quarta gamma), amplificano il declino del suolo con l'insorgenza di manifestazioni tipiche di stanchezza del terreno. In coltura protetta, inoltre, tutti questi fenomeni sono maggiormente accentuati a causa delle più elevate temperature dei suoli, compatibili con l'accelerazione dei processi di mineralizzazione. L'impiego di compost in suoli "squilibrati" concorre, pertanto, alla generale ripresa della fertilità. Il compost nel suolo, infatti, migliora le condizioni di sviluppo delle piante, aumenta le riserve di carbonio e stimola l'attività e la biodiversità microbica collegata al ciclo dei nutrienti e alla soppressività naturale dei suoli. Un compost può essere capace di creare un ambiente avverso allo sviluppo delle malattie delle piante, generando soppressività. Quest'ultima può essere esplicata attraverso un'azione diretta anti-patogeno esercitata da alcune molecole del compost, oppure attraverso meccanismi di antagonismo microbico messi in campo dalla

microflora residente nell'ammendante. Quest'ultima caratteristica fa sì che i compost soppressivi siano uno degli strumenti più incisivi da impiegare nel controllo biologico di diversi patogeni *soil borne* delle piante. Sono riportati numerosi esempi in letteratura basati sull'impiego di compost al fine di sopprimere la capacità patogenetica di differenti famiglie di miceti patogeni delle piante. Attraverso il meccanismo dell'induzione di resistenza e del miglioramento delle condizioni generali di sviluppo delle piante, la protezione esercitata mediante trattamento al suolo con compost soppressivi può estendersi anche alla parte aerea. L'aumento della sostenibilità dei sistemi produttivi attraverso l'uso del compost è ancora più marcato. Il consolidato equilibrio microbico a livello tellurico e la spinta protettiva verso la pianta conseguiti mediante l'impiego di compost riduce le necessità di fungicidi di sintesi nella gestione fitosanitaria delle colture.

### Tè di compost

Negli ultimi anni sta aumentando l'interesse verso nuovi prodotti derivati dai compost, come per esempio i tè di compost (Ct). In particolare, i Ct possono dare benefici sia dal punto di vista fitopatologico, per il controllo delle malattie, sia dal punto di vista agronomico, mediante la biostimolazione della crescita e di altre funzioni fisiologiche importanti delle piante. L'efficacia dei prodotti si apprezza nell'interessante miglioramento delle rese e della qualità delle produzioni. Il Ct areato è un formulato organico liquido prodotto mediante un processo di estrazione-ossigenazione di compost immerso in un liquido, generalmente acqua, per un periodo di tempo variabile dalle poche ore alle due settimane, con o senza aggiunta di additivi (melasse, caseina, borlanda, ecc.). La presenza nel Ct di molecole organiche e inorganiche solubili, come sostanze umiche ed elementi minerali, e di microrganismi utili portati in sospensione e accresciuti, come batteri, funghi e lieviti, ha un effetto decisivo nella capacità del formulato di sopprimere le malattie e di promuovere la crescita delle piante. L'interessante capacità biostimolante dei Ct è esercitata a carico della pianta mediante effetti diretti o indiretti sulla nutrizione, sull'attività ormono-simile e sull'induzione dell'aumento della capacità fotosintetica. La biostimolazione è esercitata anche dalla microflora utile che vi risiede e che induce nella pianta il mantenimento delle normali condizioni fitosanitarie e/o che ne promuovono la crescita. Questa azione si riflette sui di-

versi caratteri morfologici, fisiologici e produttivi delle piante che concorrono al successo delle loro *performances* agronomiche. Ne sono testimonianza i sensibili aumenti di produzione (per esempio 46% per il pomodoro, 23% per il peperone e 35% per il cavolo-rapa) ottenuti mediante trattamenti con Ct, evidenziati soprattutto nel corso del progetto Biocompost, coordinato dal Cra-Ort e finanziato con la Misura 124 del Programma di sviluppo rurale Campania 2007-2013.

### Riferimenti bibliografici

Pane C., Piccolo A., Spaccini R., Celano G., Vilecco D., Zaccardelli M., 2013. Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. *Applied soil ecology*, 65, 43-51.

Pane C., Celano G., Vilecco D., Zaccardelli M., 2012. Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. *Crop protection*, 38, 80-86.

Zaccardelli M., Vilecco D., Pane C., Ragosta G., Palese A. M., Celano G., 2012. Compostaggio aziendale di residui di carciofo e finocchio. *Acta italica hortus*, 5, 30-33.

Pane C., Vilecco D., Ronga D., Celano G., Zaccardelli M., 2012. Il compost-tea su pomodoro dà più resa e migliore qualità. *L'Informatore Agrario*, 7, 43-45.

Zaccardelli M., Pane C., Scotti R., Palese A. M., Celano G., 2012. Impiego di compost-tea come bioagrofarmaci e biostimolanti in ortofrutticoltura. *Italica hortus*, 19, 17-28.



Catello Pane è ricercatore presso Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Centro di ricerca per l'orticoltura di Pontecagnano (Sa).

Giuseppe Celano è ricercatore presso il Dipartimento di Scienze dei sistemi culturali, forestali e dell'ambiente presso l'Università degli Studi della Basilicata.

Massimo Zaccardelli è coordinatore del progetto Biocompost.

[www.intersezioni.eu](http://www.intersezioni.eu)



Regione Lombardia

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali  
PSR 2007-2013 – Direzione Generale Agricoltura

## Manuale Tecnico-Operativo

# Produzione “on-farm” di compost e tè di compost da residui agricoli



“Innovazione di gestione di sistemi in trasformazione verso l' orticoltura biologica protetta mediante compostaggio on farm e impiego di tea compost”



Programma  
di Sviluppo Rurale  
**PSR CAMPANIA**  
2007/2013



“Fondo Europeo Agricolo per lo  
Sviluppo Rurale:  
L'Europa investe nelle zone rurali”



**Assessorato Agricoltura**

Questo manuale è stato curato da:

***Massimo Zaccardelli, Catello Pane***

*Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerche per l'Orticoltura di Pontecagnano (SA)*

***Giuseppe Celano***

*Università degli Studi della Basilicata - DICEM*

## **Presentazione del progetto e del manuale**

Il progetto BIOCUMPOST ha previsto la realizzazione di attività di collaudo fondata sull'adozione di tecnologie di produzione ed utilizzo, in azienda, del compost e del tè di compost. In dettaglio, con il progetto è stato realizzato un impianto di compostaggio "on farm" c/o l'Azienda Mellone di Idea Natura (Eboli, SA) e realizzati diversi cicli di compostaggio opportunamente monitorati. I compost prodotti sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico, microbiologico e delle proprietà di soppressività verso alcune malattie fungine di specie orticole e, successivamente, sono stati interrati al fine di valutare la produttività e la qualità di alcune colture (peperone, melone, minianguria, cavolo-rapa) coltivate in biologico. E' stata inoltre monitorata, nel tempo, la qualità della sostanza organica interrata, la fertilità biologica del suolo e il rilascio dei nitrati nel terreno. Infine, con il progetto, è stato messo a punto un sistema di produzione di tè di compost, opportunamente caratterizzati e valutati per l'efficacia nel controllo di malattie telluriche fungine e per la biostimolazione della produttività e difesa delle colture. Tutti i risultati del progetto sono stati divulgati nel corso di convegni e seminari, oltre che mediante sopralluoghi aziendali, con ottima risposta da parte degli operatori del settore agricolo.

La stesura di questo manuale e la realizzazione di un breve, ma esaustivo, filmato sul compostaggio e sulla produzione di tè di compost, hanno l'obiettivo di avvicinare, in modo assolutamente semplice, a queste pratiche delle quali l'agricoltura del futuro ne avrà sempre più bisogno.

Il Partenariato del progetto era costituito da:

**Idea Natura**, società agricola semplice dei Fratelli Mellone, dedita alla coltivazione di specie ortive in coltura protetta, Capofila del progetto;

**C.R.A-Centro di Ricerca per l'Orticoltura** di Pontecagnano, che svolge attività di ricerca e sperimentazione sulle colture ortive di maggiore interesse per l'agricoltura, presso il quale lavora il coordinatore tecnico-scientifico del progetto dr. Massimo Zaccardelli;

**DICEM** dell' Università degli Studi della Basilicata, con vasta esperienza nello studio e nella definizione degli agro-sistemi ad elevata sostenibilità, presso il quale lavora il dr. Giuseppe Celano;

**CERMANU**, comprendente 7 Dipartimenti dell' UNINA, con al suo interno moltissime competenze, tra le quali quelle di chimica e reattività della sostanza organica nell' Ambiente, diretto dal prof. Alessandro Piccolo;

**Centro Studi AGRITER** - Centro di Ricerca Interdipartimentale LUPT dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II, che opera nel campo dello sviluppo rurale, presso il quale lavora il responsabile della divulgazione del progetto, il dr. Ettore Guerrera.

## **Cos'è il compost e principi di compostaggio**

Il compost è un prodotto organico che si presenta come un terriccio ricco di detriti vegetali legnosi, utilizzabile come ammendante del suolo, derivato dalla trasformazione di residui organici per azione di microrganismi aerobici e, secondariamente, anaerobici.

Per avere un buon compost bisogna partire da una miscela di biomasse ben equilibrata in termini di rapporto carbonio/azoto (quello ottimale è intorno a 30) e che deve essere adeguatamente arieggiato e bagnato, onde evitare che il processo si arresti per carenza o eccesso di acqua e/o per carenza di ossigeno.

Durante questo complesso processo avviene la trasformazione di una biomassa eterogenea in una biomassa omogenea simile ad un terriccio, ricca di una sostanza colloidale di straordinarie proprietà, denominata "*humus*".

## **Effetti benefici del compost**

Il compost è capace di migliorare il suolo dal punto di vista chimico, fisico e microbiologico e dal punto di vista fitosanitario.

La fertilità chimica è migliorata in quanto vengono apportati macroelementi (azoto, fosforo e potassio) e microelementi più o meno disponibili per la nutrizione delle piante.

La fertilità fisica è migliorata in quanto viene favorita una struttura del suolo di tipo “glomerulare”, capace di migliorare il rapporto tra areazione e capacità di ritenzione idrica del suolo, oltre che la sua sofficità e lavorabilità.

La fertilità microbiologica è migliorata in quanto vengono stimolati microrganismi capaci di aumentare la disponibilità di elementi nutritivi per le piante e di produrre sostanze ad azione fitormonale stimolanti la crescita delle colture.

Il miglioramento fitosanitario apportato dai compost è conseguenza sia dell'apporto diretto di microrganismi antagonisti, sviluppatasi durante il processo di compostaggio, come ad esempio i batteri termofili del genere *Bacillus* (molto utilizzati nella lotta biologica), sia in conseguenza della stimolazione della crescita di microrganismi antagonisti già residenti nel suolo. Tali microrganismi ostacolano lo sviluppo dei batteri e dei funghi fitopatogeni che si conservano nel suolo, attraverso meccanismi di competizione per lo spazio e i nutrienti e la produzione di sostanze antibiotiche. Anche la parte aerea delle piante risulta essere maggiormente protetta, grazie a fenomeni di induzione di resistenza nelle colture, per azione di specifici microrganismi che si sviluppano intorno alle radici. I compost più efficaci nel controllo delle malattie delle piante, cioè quelli più "soppressivi", sono spesso più ricchi in sostanze aromatiche ad azione microbica derivate dalle matrici ligno-cellulosiche immesse nel cumulo da compostare.

## Cosa si può compostare e cosa no

In linea di massima, qualsiasi prodotto organico può essere compostato ma, sicuramente, i residui colturali prodotti sotto serra/tunnel o il letame proveniente dagli allevamenti del bestiame, sono eccellenti matrici da compostare. Ovviamente, anche i residui della lavorazione/confezionamento e della trasformazione dei prodotti agricoli sono un'ottimo materiale da destinare al compostaggio, così come eventuali prodotti agricoli invenduti. Generalmente, i citati materiali sono facilmente compostabili (materiale nutrizionale) ma, ad essi, deve essere sempre aggiunto del materiale ligno-cellulosico (residui di potatura, cippato di legname, gusci di noci e nocciole ecc.), avente una funzione “strutturante”.

**Fig. 1. Biomasse agricole sottoforma di residui colturali (A), scarti della lavorazione (B e C) e scarti legnosi cippati (D).**



Quest'ultimo materiale è molto più lentamente degradabile ma fondamentale per dare una struttura non compatta al cumulo, così da favorire la circolazione dell'aria all'interno del cumulo stesso. Non sono compostabili tutti i materiali di origine inorganica.

### **Il compostaggio in 8 punti**

Per realizzare un buon cumulo di biomasse da compostare è necessario:

1. mescolare alla massa da compostare un 30-40% in volume di materiale “strutturante” (cippato di legno, piccoli rametti, foglie coriacee, gusci di frutta secca ecc.), avente la funzione di dare porosità al cumulo evitandone l'eccessivo compattamento;
2. mescolare alla massa un 70-60% in volume di materiale “nutrizionale” da compostare (foglie, frutti, steli erbacei, radici carnose, tuberi, letame ecc.);

3. aggiungere, come starter, del compost maturo spolverandolo sul cumulo (2% in volume);
4. realizzare dei cumuli a sezione trapezoidale, lunghi quanto si vuole ma larghi 2-3 m e alti 1-1,5 m;
5. assicurare un'adeguata areazione dei cumuli. L'areazione può attuarsi rivoltando periodicamente i cumuli, oppure anche senza rivoltarli ma assicurando, comunque, insufflazione forzata di aria al di sotto di essi. Alternativamente, l'areazione può essere attuata anche realizzando dei cumuli molto porosi. Questi tre sistemi di areazione rappresentano tre sistemi di compostaggio che vengono descritti più dettagliatamente nei paragrafi successivi;
6. assicurare un'adeguata bagnatura dei cumuli. In sostanza bisogna far sì che il cumulo sia sempre umido ma mai impregnato di acqua o troppo secco (se si stringe in una mano un pugno di materiale, questo deve rimanere aderente alla

mano mostrandosi plastico, senza rilasciare acqua libera o mostrarsi secco e incapace di aderire alla mano stessa);

7. realizzare i cumuli su una piattaforma impermeabilizzata (telone impermeabile spesso o piattaforma in cemento) e tenere i cumuli coperti per ripararli dalle intemperie. Per riparare i cumuli si possono realizzare delle tettoie o delle serre-tunnel; in alternativa, si possono coprire i cumuli utilizzando dei teli impermeabili o del tessuto non tessuto.

**Fig. 2. Montaggio del cumulo per il compostaggio. Arrivo dei residui (A), predisposizione del letto di cippato e del sistema di areazione (B), costruzione del cumulo con miscelazione delle biomasse (C), posizionamento delle sonde ed avvio del processo (D).**



8. Per assicurarsi che il compostaggio avvenga senza problemi, bisogna verificare se:

a. si ha un innalzamento della temperatura fino a 60-65 °C entro 24-48 h dalla realizzazione del cumulo. Per questo sarebbe bene procurare un termometro per verificare la temperatura nel cuore del cumulo. Fermo restante la giusta areazione e bagnatura, soprattutto se il rapporto C/N è abbastanza alto, la partenza del cumulo, testimoniata dall'innalzamento della temperatura, può ritardare di qualche giorno;

**Fig. 3. Cumulo al termine della fase attiva (A), dettaglio del sistema di areazione (B), dettaglio dei carpoforesi sulla superficie del cumulo (C), accantonamento del cumulo per la fase di maturazione o curing (D).**



b. il cumulo non emette cattivi odori e non produce percolato scuro maleodorante. Questi ultimi due fenomeni sono dovuti a carenza di ossigeno, che può verificarsi in conseguenza di una ridotta areazione o di un eccesso di acqua nel cumulo.

c. se il cumulo perde troppa acqua, il compostaggio si arresta. Per evitare ciò, innaffiare periodicamente - ma non eccessivamente - il cumulo.

### **Compostaggio aziendale mediante rivoltamento (cumulo dinamico)**

Con questo sistema l'areazione è assicurata rivoltando i cumuli un paio di volte a settimana per circa 4-6 settimane, cioè fino a quando, dopo aver rivoltato la biomassa, non si ha più il caratteristico innalzamento di temperatura del cumulo.

Questo innalzamento termico indica che vi è ancora del materiale organico che deve essere trasformato dai microorganismi.

Dopo questa fase “attiva”, il cumulo subirà una fase di maturazione che durerà, mediamente, un altro paio di mesi. Durante la maturazione non vi è bisogno di rivoltare il cumulo che può, quindi, stazionare da qualche parte protetto dalla pioggia e dal sole. Il rivoltamento può essere realizzato mediante pale manuali o meccaniche o mediante degli appositi dispositivi rivoltatori, reperibili in commercio e collegabili alla presa di potenza dei trattori.

### **Compostaggio aziendale mediante cumulo statico a insufflazione forzata di aria**

Se si vuole evitare di rivoltare periodicamente la biomassa per assicurarne l'aerazione e, parallelamente, avere un compost

maturato in tempi più brevi, si possono realizzare dei cumuli statici areati in modo forzato. L'insufflazione forzata di aria può essere realizzata mediante una ventola o un compressore che inietta periodicamente dell'aria (che fornisce ossigeno) dentro a delle tubazioni di gomma opportunamente forate ogni 15-20 cm, poste al disotto dei cumuli. In genere, 5-10 minuti di insufflazione ogni 3-4 ore sono sufficienti. In dettaglio, i dispositivi necessari per realizzare un impianto di compostaggio "on farm" di questo tipo, sono: 1. Platea di compostaggio e stoccaggio; 2. Sistema di insufflazione dell'aria, costituito da ventola, timer e tubazioni forate; 3. Sistema di irrigazione per bagnatura del cumulo; 4. Sonde per la misura della temperatura nel cumulo.

**Fig. 4. Uso agronomico del compost. Spandimento sulle aiuole (A) ed interrimento (B).**



Nell'ambito del progetto, l'impianto realizzato c/o l'Azienda Mellone di Idea Natura aveva le seguenti caratteristiche:

Platea cementizia di circa 500 m<sup>2</sup>, di cui 200 m<sup>2</sup> occupati da una platea di tipo industriale in cemento con trattamento superficiale in quarzo e i restanti 300 m<sup>2</sup> circa sistemati con ghiaia e terreno compattato.

La platea in cemento è stata realizzata in modo da individuare 2 aree di uguale estensione: la prima, destinata alla realizzazione della fase attiva del compostaggio, con una pendenza del 2%, avente all'estremità un pavimento fessurato e condotte interrato per convogliare gli eventuali percolati ad un pozzetto di raccolta; la seconda area, invece, è stata destinata per la movimentazione/triturazione//mescolamento delle matrici da compostare. La seconda area è stata costruita con pendenza tale da consentire l'allontanamento delle acque meteoriche e il loro eventuale recupero. L'area sistemata con ghiaia e terreno compattato è stata adibita a stoccaggio del materiale strutturante e alla maturazione del compost dopo la fase attiva di compostaggio.

**Fig. 5. Impianto di compostaggio on-farm di residui zootecnici. Spandimento dei residui sulla rete di areazione (A) e composizione del cumulo (B).**



Sistema di insufflazione dell'aria nel cumulo. Esso consta di:

- a) un Aspiratore professionale per alte pressioni Elicent HT 360N, con motore asincrono trifase (230/400V) adatto per servizio continuo, portata 1850 m<sup>3</sup>/h , assorbimento 2,8 A, potenza 1,1 kW;
- b) tubi, partitori a T, curve in polietilene e saracinesche, combinati in modo da definire una rete di distribuzione dell'aria a settori, flessibile e forata nella porzione interessante i cumuli;
- c) saracinesca e tubo di insufflazione aria nel pozzetto di raccolta per l'ossidazione dell'eventuale percolato.

Impianto elettrico e sistema di misura della temperatura e di controllo del processo di compostaggio. L'impianto elettrico di servizio all'impianto di compostaggio è stato cablato alla rete principale dell'azienda.

**Fig. 6. Piccoli sistemi di compostaggio on-farm ad areazione forzata di residui orticoli (A) e floricoli (B).**



Il pannello di servizio è composto da: 1 contattore 3P 380V; 1 interruttore magnetotermico 3x16A (Generale pompa); 1 presa da quadro 3+PT16A; 4 interruttori magnetotermico 1P+N 10A (Utenze 220V); 4 prese da quadro 2P+T16A; 1 selettore fase 1 – 2; 1 lettore di temperatura digitale su guida DIN, a cui sono collegate sonde di temperatura PT.100; 1 selettore meccanico per la lettura sequenziale delle termosonde; 1 timer elettronico programmabile per stabilire i cicli di accensione e spegnimento della pompa di insufflazione; 1 alimentatore 12V D.C. 3A per l'alimentazione delle utenze quali datalogger, sensori O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (opzionali), termosonde aggiuntive (opzionali), pompe a bassa portata per aspirazione aria nel cumulo e monitoraggio della concentrazione dei gas (opzionali). Le temperature misurate nel cumulo sono visionabili dall'operatore su un display presente sul pannello tramite rotazione del commutatore nelle diverse posizioni.

Un sistema realizzato in questo modo è di tipo a controllo di temperatura. Nel corso del processo di compostaggio il funzionamento della pompa è stabilito dai cicli di accensione/spegnimento impostati sul timer e da accensione dovuta al superamento di soglie critiche di temperatura del

cumulo, che cambiano in relazione alla fase di compostaggio. In base ai risultati ottenuti in diverse sperimentazioni, in presenza di matrici (es. residui freschi di ortive) ad elevata domanda di ossigeno, la pompa viene attivata nei primi 20 giorni ogni 20 minuti per 5 minuti e al superamento della temperatura di 65°C, fino alla sua discesa al di sotto del valore impostato mentre, successivamente ai 20 giorni, la pompa segue dei cicli di insufflazione di 5 minuti ogni ora e al superamento della temperatura di 55°C, fino a discesa della temperatura al di sotto del valore critico.

### Controllo dell'umidità mediante impianto di irrigazione

La valutazione del tenore idrico delle matrici durante il processo di compostaggio può essere realizzata empiricamente con il metodo detto del “pugno”, precedentemente descritto.

L'intervento di idratazione delle matrici può essere realizzato tramite un impianto di irrigazione limitato ad un solo ugello aspersione posto all'estremità di un tubo di polietilene collegato alla rete idrica aziendale o consortile.

L'inumidimento del cumulo può essere anche realizzato, nella fase iniziale del processo di compostaggio (fase attiva o calda), utilizzando il percolato raccolto nel pozzetto e pompato mediante una pompa ad immersione e un tubo di distribuzione. Sempre nel caso in cui si vuole evitare il rivoltamento della biomassa e non si vuole ricorrere all'insufflazione forzata di aria, a condizione di non avere fretta di ottenere un compost maturo, si possono realizzare dei cumuli statici mettendo, in un cassone fessurato realizzato in legno o con una rete metallica a maglie larghe qualche centimetro, degli strati alternati di materiale strutturante e di materiale nutrizionale, ognuno alto pochi centimetri, così da realizzare una sorta di "lasagna".

**Fig. 7. Sistema statico ad areazione passiva realizzato mediante la disposizione a strati delle biomasse (A) per la realizzazione di un cumulo a parallelepipedo (B).**



## **Compostaggio aziendale mediante cumulo statico a diffusione passiva di aria**

Con quest'ultimo sistema l'ossigeno arriva alla massa mediante diffusione e ventilazione naturale. In questo caso il processo di compostaggio è più lento (può durare diversi mesi) ma è possibile ottenere comunque un compost di ottima qualità, perché più ricco in humus. Ovviamente bisogna sempre assicurare una giusta bagnatura della biomassa e verificare il corretto andamento della temperatura e l'assenza di cattivi odori. La qualità di un compost dipende dalla natura e miscelazione delle matrici vegetali di partenza e dal processo di compostaggio.

## Valutazione della qualità del compost

Se si rispettano le indicazioni precedentemente descritte generalmente, nel giro di 3 mesi - nel caso di un cumulo a rivoltamento o di un cumulo a insufflazione forzata di aria - si ha un compost di buona qualità; nel caso di un cumulo statico a insufflazione passiva di aria, i tempi di attesa sono almeno doppi. Ad ogni modo, un compost ben maturo pronto per essere impiegato in agricoltura, deve avere l'aspetto di un terriccio più o meno scuro e più o meno ricco di frammenti vegetali legnosi, e deve avere un profumo gradevole e non pungente, in quanto quest'ultimo è indice di un eccesso di ammoniaca (fitotossica, cioè dannosa per le piante). Per avere una prova diretta della bontà di un compost, si possono eseguire dei semplici test di fitotossicità. Generalmente, questi test consistono nel far germinare, in un contenitore a bordo basso (va bene anche un tappo capovolto di un barattolo), dei semi di crescita periodicamente bagnati con un estratto

acquoso di compost ottenuto agitando energicamente, in un contenitore di vetro per qualche minuto, 50 grammi di compost in un litro di acqua. Nel giro di qualche giorno, si osserva se lo sviluppo delle radici e del fusticino con le foglioline avviene similmente a quanto si registra in un altro contenitore i cui semi sono stati periodicamente bagnati con acqua di rubinetto.

Se lo sviluppo delle radichette è analogo o superiore a quanto si osserva con la sola acqua, allora il compost è pronto per essere interrato; in caso contrario, è bene attendere un altro mese di maturazione e dopo ripetere il test. Oltre ad eseguire il test impiegando l'estratto acquoso di compost tal quale, è consigliabile eseguirlo anche utilizzandolo alle diluizioni di 1:3 e 1:10 e osservando lo sviluppo delle radichette sempre rispetto ad un controllo con acqua.

## **Il tè di compost**

Il tè di compost è un preparato organico liquido ottenuto dall'ossigenazione (tè areati) o meno (tè non areati) di compost di qualità posto in un mezzo liquido (generalmente acqua). L'estrazione può durare dalle poche ore sino a due settimane, trascorse le quali il prodotto è pronto per l'uso.

I tè di compost sono, di fatto, sospensioni acquose di microrganismi utili e molecole organiche ed inorganiche idrosolubili estratte dal compost e prodotte durante il processo di produzione.

La composizione del formulato dipende innanzitutto da quella del compost di origine, ma anche dalle variabili di processo che imprimono al prodotto proprietà chimiche e microbiologiche del tutto nuove. Tali caratteristiche

determinano, più in generale, la bioattività del tè di compost: vale a dire la sua particolare attitudine.

### **Principi di produzione del tè di compost**

Il procedimento di produzione di tè di compost prevede l'utilizzo di un bioestrattore.

Esso è costituito da un robusto serbatoio di capacità adeguata, atto a contenere la massa liquida, equipaggiato con un dispositivo di areazione.

La somministrazione di ossigeno in maniera uniforme e soddisfacente è necessaria per la produzione di tè di compost areati, consigliabili rispetto ai non areati per motivi di ordine igienico-sanitario.

La somministrazione di ossigeno consente di ottenere, oltretutto, un aumento dell'efficienza di estrazione del compost, opportunamente collocato in un sacco permeabile

riposto all'interno del liquido. Il biofermentatore può essere realizzato mediante l'assemblaggio di componenti semplici e di facile reperimento per l'azienda.

Il serbatoio del biofermentatore può essere costituito, per esempio, dalle diffusissime cisterne cubiche da 1000 l oppure da bidoni di plastica di capacità variabile. Una sacca capiente, realizzata con una rete di nylon a maglie strette, può essere usata per contenere il compost da sottoporre ad estrazione.

L'ossigenazione della biomassa liquida, invece, può essere realizzata secondo due modalità principali:

- a) attivando il continuo ricircolo dell'estrante mediante una pompa per liquidi, dalla base del serbatoio fino ad un diffusore posto sul pelo libero;
- b) mediante insufflazione attiva di aria compressa al suo interno, con cadenza periodica gestita automaticamente da un timer.

Un Esempio di sistema estrattivo messo in opera con il progetto, estremamente semplice ed economico, con elevata trasferibilità nelle piccole e medie aziende, può essere realizzato con i seguenti materiali: 1. bidoni in materiale plastico aventi ciascuno volume di 50 L; 2. sacchi permeabili in yuta o in polietilene (es. sacco creato con una rete antiafidica); 3. compressore della capacità 5 di L; 4. elettrovalvola alimentata a 24 V; 5. Tubazione in gomma (16 mm) con terminale a “T” della tipologia a micro portata di erogazione (6 mm); 6. timer digitale 220 V.

**Fig. 8. Estrattore areato multiplo ad insufflazione per la produzione on-farm di tè di compost.**



Oltre al sistema di areazione ed al tipo di compost da utilizzare, gli altri parametri da considerare per condurre a buon fine il processo sono:

a) Rapporto compost/estraente

- ✓ In genere il range ottimale di tale rapporto può variare da un minimo di 1:10 ad un massimo di 1:5 in volume.
- ✓ Si cerca di non eccedere nelle quantità di compost essenzialmente per assicurare uno scambio continuo tra le due fasi e il mantenimento di un tenore di ossigeno superiore alla concentrazione limite di 6 ppm.

b) Tipologia dell'estraente

- ✓ La fase estrattiva maggiormente impiegata è l'acqua. In tal caso bisogna fare attenzione che

essa sia priva di cloro (decolorinata, come p. es. quella di fonte) e di altre sostanze che potrebbero sopprimere lo sviluppo microbico.

- ✓ Non si esclude la possibilità di impiegare in tale funzione anche vari reflui di scarto provenienti dall'industria agro-alimentare come siero di latte, latticello, borlanda, melasse ecc.

c) Impiego di additivi;

- ✓ Oltre alle sostanze di scarto già menzionate è possibile aggiungere all'acqua anche caseine e farine di pesce. Gli additivi influenzano le caratteristiche chimiche del tè ma anche quelle microbiologiche come, per esempio, la biodiversità microbica.
- ✓ Bisogna fare comunque attenzione al loro impiego in quanto, in casi specifici, si rischia di

stimolare lo sviluppo di batteri potenzialmente pericolosi per la salute umana. Se si usa un compost di qualità, si utilizza acqua come estraente, non si aggiungono additivi, si ossigena il liquido (tè di compost areato) e si utilizzano contenitori e tubazioni ben pulite, non si incorre in alcun rischio di sanità microbiologica.

**Fig. 9. Particolari dell'estrattore per tè di compost. Dettaglio dell'insufflatore di aria (A), sacca contenente il compost da immergere nell'estraente (B), gorgoglio d'aria nel liquido (C), raccolta del tè di compost prodotto (D).**



d) Durata del processo

- ✓ È stato già definito che può variare dalle poche ore fino a una-due settimane.
- ✓ La scelta della durata dipende se si vuole orientare il processo verso una mera estrazione di quanto già presente nel compost, oppure verso una rifermentazione con acquisizione di proprietà nuove e più specifiche.

**Fig. 10. Estrattore areato a ricircolo della massa liquida (A), inserimento, all'interno del serbatoio, del compost contenuto in un cilindro metallico forato (B), Ossigenazione mediante ricircolo del liquido (C), particolare di un trattamento fogliare con tè di compost diluito 1:10 su peperone (D).**



## **Effetti soppressivi del tè di compost**

Il tè di compost può parzialmente o totalmente sostituirsi ai fungicidi tradizionali nel controllo di molte malattie fungine delle colture agrarie, grazie alle sue proprietà soppressive.

Sono stati ipotizzati diversi meccanismi per spiegare questa importante proprietà. Il principale contributo alla soppressività proviene dai microrganismi antagonisti presenti nei tè di compost.

I microrganismi presenti nei tè di compost possono spiegare un'azione antagonistica attraverso i meccanismi di micoparassitizzazione, antibiosi e competizione per lo spazio, per i nutrienti e per i siti di infezione. Anche la componente chimica (cioè abiotica) può avere un ruolo nella soppressività. Nutrienti e molecole organiche, come sostanze umiche e fenoliche, possono infatti contribuire in maniera significativa

alla protezione della pianta grazie all'esplicarsi di effetti di tossicità diretta verso i funghi fitopatogeni. Nella maggior parte dei casi le due componenti, biotica ed abiotica, svolgono funzioni complementari e sinergiche che si riflettono sulle proprietà soppressive. La pressione selettiva esercitata dalla componente abiotica dei tè di compost nei riguardi della microflora residente, contribuisce a definirne la struttura ed il grado di biodiversità. Inoltre, non deve essere trascurato il ruolo che i metaboliti secondari prodotti dai microrganismi durante la fermentazione, possono giocare nel determinismo della soppressività.

### **Effetti di biostimolazione del tè di compost**

I tè di compost contengono in soluzione molecole organiche (soprattutto acidi umici e fulvici) ed elementi inorganici (N, P, K e altri ioni minerali) che possono esplicare un'azione nutritiva a pronto effetto. Questa si coniuga con gli effetti di

biostimolazione che possono essere indotti da molecole di origine biotica o abiotica, ad attività ormono-simile, e concorrere insieme alla promozione dello sviluppo e/o delle potenzialità fisiologiche della pianta. Gli effetti di biostimolazione dovuti all'applicazione di tè di compost possono, dunque, consistere in aumenti di biomassa vegetale, dell'accrescimento dei tessuti, del numero dei fiori e dei frutti allegati ("spinta" fisiologica). In ogni caso, la biostimolazione mediata da tè di compost, dovuta ad effetti diretti e/o indiretti sulla nutrizione delle piante, ad attività ormono-simili, al miglioramento dell'efficienza fotosintetica e all'inoculo di microrganismi promotori della crescita, si ripercuote molto positivamente sui caratteri qualitativi e quantitativi delle produzioni.

Nell'ambito del progetto, i trattamenti con tè di compost hanno incrementato la produzione di peperone del 23% e quella di cavolo-rapa del 35%. Incrementi considerevoli sono stati

ottenuti, in altri progetti, anche su pomodoro da industria (+46%) e su rucola (+39%).

### **Modalità di impiego del tè di compost**

L'applicazione dei tè di compost può avvenire mediante irrorazione fogliare o mediante somministrazione radicale in fertirrigazione. I tè di compost possono essere impiegati dopo un'ulteriore diluizione in acqua (5-10%) o, in casi particolari, tal quali. Le dosi di impiego in pieno campo dipendono dal tipo di trattamento (fogliare o radicale) e dalla specie coltivata: sostanzialmente, sono simili a quelle impiegate per i comuni trattamenti antiparassitari della parte aerea o di fertirrigazione.

Nella gestione fitosanitaria delle colture i trattamenti con tè di compost possono essere applicati sia in fase preventiva che curativa; onde indurre la biostimolazione fisiologica è

possibile, invece , prevedere trattamenti a cadenza regolare (es. settimanale) distribuendoli nel corso del ciclo colturale.

Nella distribuzione in campo dei tè di compost mediante macchine irroratrici e/o minisprinkler, bisogna fare attenzione alle pressioni di esercizio, che non devono eccedere certi livelli onde preservare l'integrità dei microrganismi presenti nel tè di compost.

## Per maggiori approfondimenti

Celano G., 2013. Elementi di base per la realizzazione del compostaggio dell'azienda agricola. In: Elementi di conoscenza del compostaggio e dei compost e loro impiego in orticoltura. Opuscolo realizzato nell'ambito del progetto Agritransfer-In Sud Campania, pp. 40-53.

Palese A.M., Pane C., Quinto G.A., Villecco D., Zaccardelli M., Celano G., 2012. Caratterizzazione di tea-compost ottenuti con differenti additivi. *Acta Italus Hortus* 5, 139-142.

Pane C., Celano G., Villecco D., Zaccardelli M., 2012. Control of *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* and *Pyrenochaeta lycopersici* on tomato with whey compost-tea applications. *Crop Protection* 38: 80-86.

Pane C., Piccolo A., Spaccini R., Celano G., Villecco D., Zaccardelli M., 2013. Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. *Applied Soil Ecology* 65: 43– 51.

Pane C., Villecco D., Campanile F., Zaccardelli M., 2012. Novel strains of *Bacillus*, isolated from compost and compost-amended soils, as biological control agents against soil-borne phytopathogenic fungi. *Biocontrol Science and Technology* 22: 1373-1388.

Pane C., Vилlecco D., Ronga D., Celano G., Zaccardelli M., 2012. Il compost-tea su pomodoro dà più resa e migliore qualità. L'Informatore Agrario 7: 43-45.

Zaccardelli M., 2013. Impiego dei derivati del compost nella difesa e biostimolazione delle colture. In: Elementi di conoscenza del compostaggio e dei compost e loro impiego in orticoltura. Opuscolo realizzato nell'ambito del progetto Agritrasfer-In Sud Campania, pp. 54-63.

Zaccardelli M., Pane C., Scotti R., Palese A.M., Celano G., 2012. Impiego di compost-tea come bioagrofarmaci e biostimolanti in ortofrutticoltura. Italus Hortus, 19: 17-28.

Zaccardelli M., Vилlecco D., Pane C., Ragosta G., Palese A.M., Celano G., 2012. Compostaggio aziendale di residui di carciofo e finocchio. Acta Italus Hortus 5: 30-33.

Zaccardelli M., Vилlecco D., Pane C., Ragosta G., Palese A.M., Celano G., 2011. Realizzazione di un sistema di compostaggio "on farm" di residui di pomodoro. Biologi Italiani Anno XLI n°1: 63-67.

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/275042206>

# Il compostaggio per la chiusura del ciclo del carbonio a livello aziendale e territoriale

Article · April 2015

CITATIONS

0

READS

37

5 authors, including:



**Giuseppe Celano**

Università degli Studi di Salerno

228 PUBLICATIONS 1,485 CITATIONS

SEE PROFILE



**Massimo Zaccardelli**

Council for Agricultural Research and Agricul...

79 PUBLICATIONS 428 CITATIONS

SEE PROFILE



**Vittoria Pastore**

Università degli Studi della Basilicata

25 PUBLICATIONS 10 CITATIONS

SEE PROFILE



**Assunta Maria Palese**

Università degli Studi della Basilicata

119 PUBLICATIONS 591 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Compost on farm [View project](#)



LCA , EA, CA of agricultural systems [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Giuseppe Celano](#) on 17 April 2015.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

## IL COMPOSTAGGIO PER LA CHIUSURA DEL CICLO DEL CARBONIO A LIVELLO AZIENDALE E TERRITORIALE

G. Celano\*, A. Persiani, M. Zaccardelli\*\*, V. Pastore\*, A. M. Palese\*

### Il compostaggio

Il compost è il prodotto della fermentazione aerobica in stato solido, esotermica, attivata da microrganismi (*biomassa attiva*), di norma naturalmente associati alle matrici sottoposte al trattamento. Nel corso di questo processo bio-ossidativo il substrato organico eterogeneo di partenza (*biomassa substrato*) subisce, in tempi ragionevolmente brevi (alcune settimane), profonde trasformazioni (maturazione) delle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche intrinseche, con riduzione della degradabilità (stabilizzazione) e, parallelamente, con una parziale mineralizzazione ed umificazione del carbonio organico. Per quanto detto, il compostaggio è anche definito come "processo di produzione fuori suolo di humus".

L'evoluzione della temperatura del cumulo è un indicatore dell'attività microbica. La sua misurazione giornaliera consente di valutare eventuali deviazioni del processo dal "normale" andamento (Figura 1). La temperatura nella fase iniziale del processo di compostaggio (I settimana) dovrebbe aumentare piuttosto rapidamente in relazione all'intensa attività microbica che si registra a carico del materiale

più facilmente degradabile.

Raggiunta la fase ad elevata temperatura (circa 60°C), il substrato permane in tali condizioni per tempi variabili in relazione ai ritmi di arieggiamento (insufflazione/rivoltamento) ed alla disponibilità idrica. Superata la fase termofila, il substrato presenta un decremento della temperatura che indica l'entrata del processo nell'importante fase della maturazione del

compost. La fase di maturazione è caratterizzata da andamenti termici ad onda che seguono i cicli di arieggiamento e umidificazione e che si attestano su valori di circa 35-40°C.

### Il compostaggio aziendale

Le fonti di carbonio microbiologicamente stabilizzato, esogene al campo coltivato, utilizzabili in sistemi agricoli per accelerare il superamento della fase di transizione da sistema convenzionale a sistema sostenibile oppure impiegate per il mantenimento della loro fertilità, sono riconducibili a diverse tipologie tra le quali il compost è sicuramente più importante. La produzione e l'uso delle differenti tipologie di compost (letame compostato, compost da FORSU, ammendante compostato verde e misto) sono il risultato della chiusura del ciclo del carbonio all'interno dell'azienda, tra aziende, tra settore agricolo e civile/industriale. Fra le fonti di materiale organico stabilizzato da impiegare per favorire l'incremento di C nel suolo, il letame è fra le migliori per la sua simultanea funzione ammendante, correttiva e nutrizionale. Il letame microbiologicamente stabilizzato (compostato) è oggi un bene di difficile reperibilità, sempre più raro e costoso. Ciò a causa di vari fattori quali la dissociazione a livello aziendale tra attività zootecnica e produzione vegetale; la mancata adozione di tecnologie che riducano i tempi di ottenimento del letame maturo (ad esempio il compo-

*Produrre "humus" con la valorizzazione degli scarti non solo aziendali. Un obiettivo utile e conveniente.*

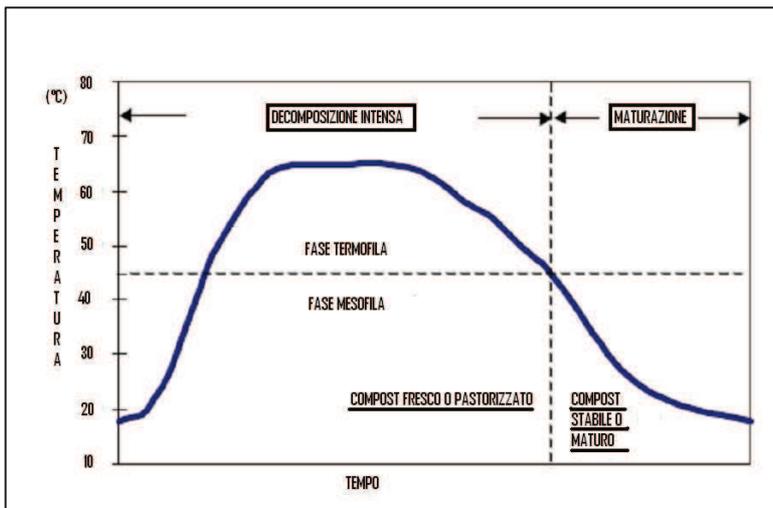


Figura 1. Modello di evoluzione della temperatura nel cumulo durante il compostaggio

(Continua a pagina 21)

\*Dipartimento delle Culture Mediterranee (DICEM) - Università della Basilicata;  
giuseppe.celano@unibas.it

\*\*C.R.A., Centro di ricerca per l'Orticoltura - Pontecagnano (SA)

staggio in trincea); la mancanza di attrezzature aziendali come lo spandiletame, ecc. In diversi contesti ambientali, progetti di trasferimento condotti dall'Università degli studi della Basilicata (UNIBAS) hanno evidenziato come, integrando attività zootecnica e coltivazioni arboree, sia possibile produrre, con tecniche semplificate e a costi contenuti, letame compostato di ottima qualità. Il principale punto critico da considerare nella catena del compost risulta sempre la distanza tra i punti di approvvigionamento delle matrici da compostare (letame e residui di potatura) ed il luogo di produzione e utilizzo del materiale stabilizzato che non deve superare i pochi chilometri. Infatti gli interventi più sostenibili risultano sempre quelli realizzati in aziende miste frutticole e zootecniche o in condizioni territoriali in cui le aziende frutticole/viticole e quelle zootecniche distano pochi chilometri. In aziende con produzioni di cascami verdi si può ricorrere all'uso di tecnologie semplificate di compostaggio aziendale per la produzione di preziosi ammendanti compostati verdi da utilizzare soprattutto su colture sotto serra. Le ricerche condotte in questi anni hanno evidenziato una specificità nell'azione nutrizionale, soppressiva (controllo dei patogeni tellurici) e biostimolante dei diversi tipi di compost in relazione alle matrici utilizzate ed alla tecnologia di compostaggio adottata (compost specifico per soluzione di problemi specifici). E' stato evidenziato quindi come il compostaggio aziendale assuma sempre più un ruolo centrale nell'ambito della sostenibilità dei sistemi agricoli. Attualmente le ricerche sono concentrate sulla valutazione della sostenibilità (economica, ambientale ed energetica) della filiera del compost in differenti scenari (campo coltivato, azienda agricola, reti di aziende, comparto agroalimentare)

### La scelta del metodo di compostaggio da adottare

Diversi sono i metodi di compostaggio applicabili nell'azienda agricola. La scelta del metodo più opportuno dipende da diversi fattori: produzione giornaliera di substrati compostabili, qualità dei substrati, disponibilità di spazio e di attrezzature, tempi di compostaggio, investimento economico destinabile all'attività. In relazione agli aspetti di cui sopra l'imprenditore può orientarsi verso il metodo più appropriato alle specifiche condizioni. Le diverse tecnologie si differenziano essenzialmente per la soluzione adottata per realizzare la bio-ossidazione dei substrati in tempi più o meno rapidi.

Nel panorama tecnologico, si riconoscono princi-

palmente quattro tipologie generali di metodi di compostaggio: il compostaggio in cumuli passivi, il compostaggio in cumuli statici ad aerazione passiva, il compostaggio in cumuli statici ad aerazione attiva, il compostaggio in sistemi confinati. Ciascuna tipologia si articola in una vasta gamma di sistemi applicativi. Di seguito sono riportati in forma schematica i vantaggi e gli svantaggi relativi a due sistemi: il compostaggio in cumuli passivi e il compostaggio in cumuli statici ad aerazione passiva. Inoltre sono riportati degli esempi di trasferimento della tecnologia di compostaggio realizzati dall'UNIBAS presso alcune aziende.

### Compostaggio in cumuli passivi

La tecnologia consiste nella realizzazione di cumuli di diversa forma in cui il rifornimento di ossigeno è assicurato dalla sola diffusione passiva dell'aria.

Aspetti positivi della tecnologia di compostaggio in cumulo passivo sono riconducibili a: minimi costi di gestione; rivoltamenti del cumulo eventualmente anche solo occasionali effettuati per ripristinarne la porosità; bassi costi di investimento. In genere, per la gestione, sono sufficienti le macchine usualmente disponibili in azienda.

Aspetti negativi della tecnologia sono: il processo di compostaggio è molto lento in quanto l'aerazione è passiva e i rimescolamenti rari; il tempo di completamento del processo è vicino all'anno per giungere ad un prodotto maturo; elevato potenziale di sviluppo di cattivi odori in quanto è molto probabile il compattamento del materiale e la perdita di una adeguata aerazione; i cumuli devono presentare dimensioni inferiori rispetto agli altri metodi in quanto si devono conseguire rapporti superfici di scambio/volume elevate; se i cumuli sono realizzati senza alcuna copertura sono sensibili alle condizioni ambientali.

L'UNIBAS ha condotto esperienze di compostaggio presso aziende viticole in cui gli apporti di compost sono realizzati una sola volta nell'anno, in generale dopo la vendemmia. In tali condizioni metodi di compostaggio lenti come il "cumulo passivo" sono ideali in quanto valorizzano pienamente il materiale strutturante derivante dalla potatura delle colture legnose, richiedono minimi costi di investimento e gestione, conseguono il compost maturo nell'arco temporale dell'anno, sincronizzato alle esigenze di apporto di ammendante dell'azienda viticola.

Una prima esperienza è stata condotta in un'a-

(Continua a pagina 22)

**Figura 2.** Cumulo ad insufflazione passiva realizzato presso azienda Francesco Collarino Roccanova (PZ)



azienda in conduzione biologica che presenta una posizione estremamente favorevole in quanto localizzata, poche centinaia di metri, da due allevamenti ovini e dotata di macchina trincia caricatrice dei residui di potatura. In questo primo caso, individuata un'area di terreno a bassa permeabilità, l'imprenditore viti-vinicolo ha proceduto al trasporto del letame ovino, ad elevato contenuto in azoto, ed alla sua mescola in rapporto 1:1 con il materiale lignocellulosico biotriturato. La mescola è stata poi distribuita secondo la forma di un cumulo lineare e ricoperta per uno spessore di circa 10 cm con lo stesso trinciato (azione biofiltro) e con rami interi derivanti dalla potatura delle siepi. Questa ultima operazione è stata realizzata al fine di ridurre le perdite per evaporazione dal cumulo. Il processo di composizione del cumulo è riportato in figura 2.

Una seconda esperienza è stata condotta in un'azienda localizzata in area impervia, difficilmente raggiungibile e che dista diversi chilometri dall'azienda bufalina che fornisce il letame non maturo. La stessa azienda presenta inoltre problematiche specifiche relative alla presenza di cinghiali che, alla ricerca dei lombrichi, destrutturano il cumulo durante il compostaggio.

Gli aspetti di cui sopra hanno orientato alla realizzazione di un cumulo di compostaggio stratificato a forma di parallelepipedo incluso in una rete sostenuta da pali. Gli strati sono costituiti da un primo

strato inferiore di rami di olivo con foglie e tali da contribuire all'arieggiamento passivo degli strati sovrastanti costituiti da una successione di letame bufalino (40 cm) e residui di potatura di vite e olivo biotriturati (10 cm). La struttura è stata poi coperta con rami di olivo con funzione ombreggiante. L'intervento è sinteticamente illustrato in figura 3.

In entrambe le esperienze il contatto diretto del cumulo con il suolo fa sì che i lombrichi nell'ultima fase di compostaggio (maturazione, 35°C) colonizzino il compost o determinino la produzione di un vermi-compost ad elevata attività biologica.

### Cumulo statico aerato

La tecnologia prevede la realizzazione di cumuli in cui l'alimentazione di ossigeno è assicurata da ventilatori e tubi forati secondo una tempistica dipendente dalle fasi del processo di compostaggio. Le soffianti utilizzate lavorano in compressione o in depressione in relazione alla tecnica adottata.

Elementi positivi della tecnologia di compostaggio in cumulo statico aerato sono riconducibili a: utilizzo efficiente dello spazio in quanto non necessita di ampie aree di trattamento; possibilità di realizzare grandi cumuli rispetto ad altri sistemi in quanto l'aerazione è forzata; tempi di compostaggio contenuti dovuti all'aerazione forzata; rigorosa regolazione del processo di compostaggio dovuta alla

(Continua a pagina 23)

possibilità di azionare i ventilatori in relazione alle temperature misurate; produzione di un ammendante di qualità elevata e costante.

Inoltre, la presenza di uno strato isolante sul mucchio (compost maturo, paglia, biotriturato ligno-cellulosico) contribuisce a realizzare più alte temperature e ad impedire le perdite eccessive di ammoniaca. Questo strato riduce anche lo sviluppo di cattivi odori.

D'altra parte, possono verificarsi dei percorsi preferenziali dell'aria nel cumulo che provocano un compostaggio irregolare e un prodotto non uniforme; i fori dei tubi si possono otturare impedendo l'aerazione; richiede investimenti in capitale per l'acquisto delle soffianti, dei tubi, ecc.; l'aerazione forzata tende ad essiccare il cumulo ed a impedire il processo di stabilizzazione del compost. Molti degli inconvenienti sopra riportati sono evitabili combinando la tecnica della insufflazione attiva con il rivoltamento dei cumuli (soluzioni miste) (figura 5).

L'UNIBAS ha condotto esperienze di compostag-

territorio circostante.

In assoluto il primo intervento di trasferimento della tecnica del compostaggio è stato realizzato dall'UNIBAS presso l'Azienda Fortunato – Scanzano Jonico (MT) nell'ambito del Progetto MATTM-CNLSMD (figura 4). In tale caso si è provveduto a modificare con piccoli interventi l'esistente impianto di stoccaggio del letame inserendo il sistema di insufflazione e utilizzando quale lettiera, in sostituzione parziale della paglia, il cippato proveniente dalla manutenzione dei corsi d'acqua lucani. Le modifiche alla catena operativa dell'azienda sono risultate minime e tutte le operazioni necessarie al compostaggio sono state condotte con il parco macchine disponibile (trattore con pala, rimorchio, spandiletame). La soluzione adottata ha comportato dei risparmi all'azienda anche in termini di costi associati alla distribuzione con carro-botte delle deiezioni liquide in campo. Infatti, tale operazione non si è resa più necessaria in quanto le deiezioni liquide sono riciclate sul cumulo nella fase calda del com-

**Figura 3.**

Cumulo stratificato ad insufflazione passiva realizzato presso azienda Silvio Trama Pisciotta (SA) – Progetto BIOCOMPOST PSR-CAMPANIA Mis 124.



gio presso aziende zootecniche e ortofrutticole nelle quali la produzione di matrici da compostare risulta continua e spesso ingente. In tali scenari metodi di compostaggio veloci come il "cumulo ad insufflazione attiva" consentono in breve tempo di metabolizzare elevati quantitativi di materiale in ingresso, spesso molto acquosi e migliorano in modo significativo la qualità igienico-sanitaria dell'azienda e del

postaggio. Questo tipo di intervento risulta particolarmente utile, in particolare nel periodo invernale, in aziende in cui le deiezioni prodotte superano le capacità di stoccaggio dell'impianto: il sistema riduce il tempo necessario di permanenza delle deiezioni in letamaia, aumentandone in pratica le capacità di stoccaggio.

(Continua a pagina 24)

Un altro intervento di trasferimento è stato realizzato presso l'azienda dei fratelli Mellone (IdeaNatura), ubicata ad Eboli (SA). L'impianto è stato realizzato grazie al progetto "Biocompost", finanziato dalla Regione Campania mediante la Misura 124 del PSR 2007-2013. Tale impianto consta di una piattaforma in cemento armato della superficie di 200 m<sup>2</sup>, metà dei quali destinati al compostaggio dei residui agricoli. L'impiego del compost autoprodotta ha permesso all'azienda biologica, che coltiva ortaggi in coltura protetta, di ridurre l'acquisto di compost dall'esterno e di risolvere il problema della gestione dei residui colturali.

Un terzo intervento di trasferimento è stato realizzato presso l'azienda Prima Luce – Eboli (SA) con la supervisione dell'UNIBAS. L'esperienza si è svolta nell'ambito del progetto LIFE+ CarbOnFarm coordinato dal CERMANU-UNINA e che vede anche la partecipazione dell'ALSIA, il CRA-Ort Pontecagnano (SA), l'UNITO, la Regione Campania.



Figura 4. Impianto di compostaggio on-farm presso azienda agro-zootecnica

E' un intervento ancora in corso di valutazione, di particolare importanza in quanto realizzato a servizio di tutte le aziende, prevalentemente orticole, aderenti ad una Organizzazione dei Produttori. L'impianto composta da circa 250 mc di scarti/settimana, presenta una complessità operativa non comune legata a tutti i segmenti della filiera compost: acquisizione materiale ligno-cellulosico e scarti ortofrutticoli; compostaggio (monitoraggio di processo e valutazione del compost); distribuzione in campo; valutazione degli effetti sulla qualità del prodotto e del suolo. Il sistema di compostaggio prevede l'uso di ventilatori combinato con il rivoltamento del materiale così da assicurare il trattamento termico sanitizzante (55°C per tre giorni) a tutta la massa in ingresso.

Nell'ambito del progetto è prevista la valutazione della sostenibilità dell'intera filiera del compost (valutazione degli impatti ambientali, analisi energetica e dei costi) in tutte le sue possibili alternative (tipo di matrici utilizzate, modalità di trasporto delle matrici e del compost, quantitativi di compost apportati, ecc.).

E' quindi un progetto i cui risultati saranno estremamente utili alle future strategie di diffusione della tecnica di compostaggio aziendale.

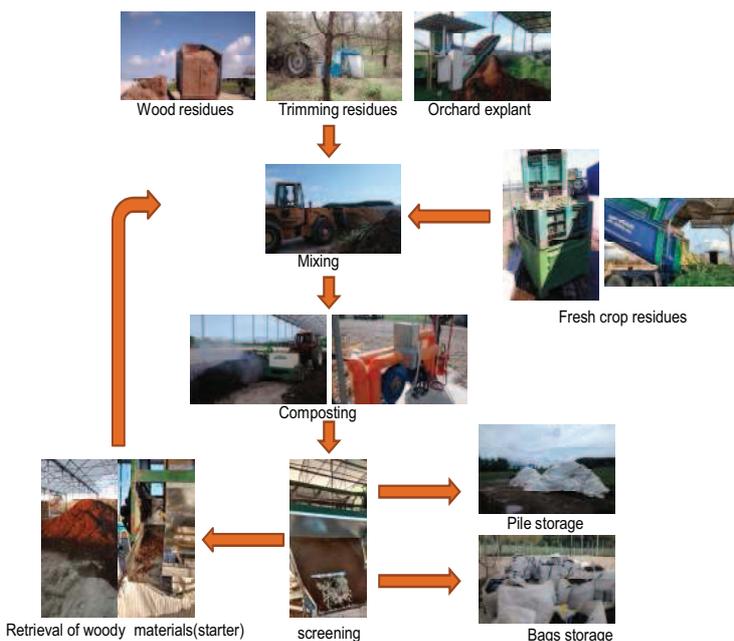


Figura 5. Diagramma di flusso del compostaggio on-farm presso azienda Prima Luce – Eboli (SA). Progetto LIFE+ CarbOnFarm



# Il compost autoprodotta Una risorsa per le aziende bio

Realizzato in Campania un impianto con sistema a insufflazione d'aria e controllo della temperatura. Alimentato con residui vegetali garantisce la sostanza organica necessaria alla concimazione

di **Carlo Borrelli**

**La produzione di compost on farm** rappresenta un'opportunità per le aziende che si dedicano alla produzione biologica.

Grazie a un progetto finanziato nell'ambito del Psr Campania, per la prima volta nella regione si è concretizzata un'iniziativa in quest'ambito realizzando, a basso costo, un impianto di compostaggio con piattaforma in cemento armato e con sistema automatico d'insufflazione di aria e controllo della temperatura.

«Con questo impianto – afferma **Massimo Zaccardelli** del Cra - Centro di ricerca per l'orticoltura (Cra-Ort) di Pontecagnano (Sa), ente responsabile del coordinamento scientifico del progetto – è appena terminato un secondo ciclo di compostaggio da residui vegetali, in particolare di quelli derivanti dalle produzioni di IV gamma e di patata. Inoltre, è stato realizzato un estrattore per la produzione di compost-tea direttamente in azienda».

L'impiego di compost in agricoltura biologica è pratica-



**L'impianto di compostaggio è stato realizzato, a basso costo, con i fondi del Psr della Regione Campania su piattaforma in cemento.**

mente una tappa obbligata per chi intende seguire questa forma di coltivazione.

«Il compost – spiega Zaccardelli – riequilibra il suolo dal punto di vista nutrizionale, microbiologico e fisico, consentendo il raggiungimento di produzioni soddisfacenti e di elevata qualità, grazie anche alla riduzione dell'impiego dei pesticidi che sono consentiti in biologico».

## Un investimento contenuto

Il compost, inoltre, svolge anche altre funzioni non ancora

conosciute nel dettaglio.

«Nella progettazione e realizzazione dell'impianto di compostaggio – afferma **Giuseppe Celano**, dell'Università degli studi della Basilicata – si è prestato particolare attenzione alla trasferibilità delle tecnologie proposte. Grazie alla collaborazione di Luca Rizzuti, programmatore, e di Alfredo Bufano, elettrotecnico, è stato possibile realizzare un sistema di compostaggio a insufflazione d'aria e a controllo di temperatura, di facile riproducibilità e a basso co-



**La tecnologia semplificata proposta, utilizzata in un'azienda ortofrutticola, è trasferibile anche in altri contesti produttivi, quali le aziende zootecniche.**

## PARTECIPANO AL PROGETTO

Al progetto "Innovazione di gestione di sistemi in trasformazione verso l'orticoltura biologica protetta mediante compostaggio *on farm* e impiego di Tea compost (Biocompost)", partecipano, oltre all'Unità di ricerca del Cra di Pontecagnano (responsabile **Massimo Zaccardelli**, massimo.zaccardelli@entecra.it), l'azienda Mellone di Eboli (referente **Giancarlo Mellone**, giancarlo.mellone@libero.it) della cooperativa Idea Natura di Eboli (Sa), il dipartimento di Scienze dei sistemi colturali, forestali e dell'ambiente (dip. Sistemi) dell'Università degli studi della Basilicata (responsabile Giuseppe Celano, giuseppe.celano@unibas.it), il Centro interdipartimentale di ricerca sulla risonanza magnetica nucleare (Cermanu) dell'Università degli studi Federico II di Napoli (responsabile **Alessandro Piccolo**, alessandro.piccolo@unibas.it) e il Centro di ricerca interdipartimentale Lupt della medesima Università (responsabile **Ettore Guerrea**, ettore.guerrea@unina.it).

«Il Cra-Ort – spiega Zaccardelli – si occupa dell'analisi microbiologica del compost prodotto c/o l'azienda Mellone e del suo effetto sulla produttività e

qualità di peperone, melone e lattuga ammendati sotto serra. Inoltre, si occupa dell'analisi microbiologica e dell'attività di biocontrollo e biostimolazione del compost Tea (estratto acquoso di compost), sempre prodotto nella medesima azienda e distribuito alle suddette colture».

L'Unibas, in stretta interazione con l'azienda agricola Mellone, capofila del progetto, si occupa della logistica, dell'impiantistica, del controllo e monitoraggio del processo di compostaggio e di produzione del compost Tea, oltre che dell'analisi chimica delle matrici utilizzate e dei prodotti ottenuti.

«Il Cermanu – precisa Piccolo – si occupa della caratterizzazione molecolare dei due prodotti, eseguita con strumentazioni molto sofisticate e all'avanguardia».

Le tre strutture di ricerca cooperano nelle analisi della fertilità chimica e biologica dei terreni ammendati con compost, al fine di quantificare oggettivamente gli effetti benefici di questa pratica. Infine, Lupt si occupa essenzialmente della divulgazione dei risultati del progetto, anche attraverso il sito web d'imminente apertura.

■ C.B.



**Il compost verde, oltre a essere un ammendante, nella successiva mineralizzazione produce composti organici con effetti di bio-attività. Si aprono così nuove strade per la biostimolazione.**

sto (<2.000 €). In totale l'investimento non supera i 16mila € e consente di produrre compost in azienda a costi inferiori ai 5 €/t. La tecnologia semplificata proposta è trasferibile anche in altri contesti produttivi, quali le aziende zootecniche, dove può risolvere importanti problemi di gestione delle deiezioni trasformandole in compost stabilizzato».

I primi risultati, rilevati nell'azienda Mellone, sono confortanti.

«Per quanto riguarda le prove con Tea compost – dice **Giancarlo Mellone** dell'azienda omonima di Eboli, coinvolta nella sperimentazione – abbiamo risultati positivi su melone, mentre stiamo verificando quelli rilevati su peperone. Il compost, invece, è stato utilizzato per la pri-

ma volta su lattuga e, fra qualche mese, potremmo trarre le conclusioni».

### Non solo ammendante

Il compost verde, inoltre, non ha solo una funzione ammendante: «Questa sostanza – spiega **Alessandro Piccolo**, direttore del Cermanu (Centro di ricerca magnetica nucleare) – rappre-

senta sostanza organica in dinamica nel suolo e, quindi, nella successiva lenta mineralizzazione produce composti organici con effetti di bio-attività».

Gli studi sul compost, dunque, aprono nuove prospettive circa l'impiego e gli effetti delle molecole biostimolanti. «La ricerca – continua Piccolo – è impegnata nello studio degli effetti di bio-stimolazione del compost, approfondendo la chimica dei composti in esso contenuti e la risposta delle piante. Il compost, infatti, è in grado di assorbire sostanze umificate contenendone fino al 15%. Alcuni studi hanno appurato che miscelato con materiali micróbici (micorrize) è in grado di veicolare sostanze biostimolanti».

### Il trattamento della materia prima

La composizione e la qualità di un compost sono influen-



## VISITE E INFORMAZIONI

L'impianto è visitabile contattando il responsabile scientifico del progetto, Massimo Zaccardelli, al seguente indirizzo di posta elettronica: massimo.zaccardelli@entecra.it. Oltre alle varie attività di campo previste nell'azienda Mellone e alle analisi di laboratorio c/o il Cra-Ort, Unibas e Unina, sono state svolte varie attività di divulgazione nel corso del 2012 e nei primi mesi del 2013. A fine progetto, sarà prodotto un manuale, un programma interattivo disponibile in rete e un filmato professionale sul compostaggio aziendale. ■ C.B.



**Il compost è in grado di assorbire sostanze umificate contenute fino al 15%, con evidenti effetti benefici per le coltivazioni.**

zate sia dal materiale di partenza, sia dalle tecniche di compostaggio impiegate.

«Nell'esperienza condotta presso l'azienda Mellone – spiega Piccolo – è stato messo a punto un sistema di compostaggio che prevede la formazione di cumuli di materiale verde, rappresentato dai prodotti di scarto aziendali, sottoposti ad areazione forzata. I cumuli sono stati bagnati per garantire il giusto grado di umidità, così da consentire il raggiungimento, nelle prime due settimane, di una temperatura di 65-70 °C necessaria per l'igienizzazione dai patogeni». In segui-

to, la temperatura si abbassa e inizia la fase di maturazione che può durare 3-4 mesi e ha notevole influenza sulla stabilità del prodotto finale.

«In definitiva – conclude il direttore del Cermanu – la qualità del compost varia molto in funzione del materiale impiegato, dei dosaggi, dei tempi di maturazione e delle procedure adottate. Infine, non bisogna sottovalutare un altro aspetto importante che riguarda l'attività di sequestro del carbonio da parte del compost, con conseguente riduzione dell'immissione di anidride carbonica in atmosfera». ■

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/272244091>

# Realizzazione di un sistema di compostaggio “on farm” dei residui di pomodoro

Article · January 2011

CITATIONS

2

READS

126

6 authors, including:



[Massimo Zaccardelli](#)

Council for Agricultural Research and Agricul...

79 PUBLICATIONS 428 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Domenica Villecco](#)

Council for Agricultural Research and Agricul...

31 PUBLICATIONS 158 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Assunta Maria Palese](#)

Università degli Studi della Basilicata

119 PUBLICATIONS 591 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Giuseppe Celano](#)

Università degli Studi di Salerno

228 PUBLICATIONS 1,485 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Compost on farm [View project](#)



Tree orchards organic carbon management [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Giuseppe Celano](#) on 15 February 2015.

The user has requested enhancement of the downloaded file. All in-text references [underlined in blue](#) are added to the original document and are linked to publications on ResearchGate, letting you access and read them immediately.

# Realizzazione di un sistema di compostaggio “on farm” dei residui di pomodoro

**M. Zaccardelli<sup>1</sup>, D. Villecco<sup>1</sup>, C. Pane<sup>1</sup>, G. Ragosta<sup>1</sup>, A.M. Palese<sup>2</sup>, G. Celano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>C.R.A. – Centro di Ricerca per l’Orticoltura di Pontecagnano, Sede di Battipaglia.

<sup>2</sup>Dip. Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell’Ambiente, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

## Riassunto

Sono riportati i primi risultati di una sperimentazione su tecniche compostaggio per il riciclo aziendale nel suolo dei residui colturali con scarse destinazioni alternative (es. alimentazione zootecnica). È stata adottata la tecnologia di compostaggio semplificata del cumulo statico ad insufflazione attiva dell’aria con soffiante ad alimentazione elettrica e tubi forati. Il processo di compostaggio ha interessato 4 differenti cumuli ottenuti dalla miscelazione di: cippato (materiale strutturante); compost commerciale (innesco); residui di piante di pomodoro e IV gamma. Nei 4 cumuli, il pomodoro ha costituito il 50 %, il 37,5 %, il 25 % e il 17,5 % in peso secco, rispettivamente. In tutti i cumuli il rapporto C/N di partenza è stato pari a 30. Quali indicatori della maturità del compost ottenuto sono stati utilizzati la respirazione basale e l’attività idrolasica totale. La stabilità del prodotto finale è stata valutata su quattro diverse specie orticole (*Solanum lycopersicon*, *Lactuca sativa*, *Triticum*

*aestivum* e *Lepidium sativum*) tramite il test di fitotossicità degli estratti acquosi dei compost. Le analisi microbiologiche condotte sono state relative alla carica batterica totale, alla densità di pseudomonadi e di batteri termoresistenti e al numero di funghi totali. Inoltre, è stato determinato il pH e l’EC, nonché l’azoto totale, i nitrati, il potassio, il fosforo, il calcio, il magnesio e il sodio del prodotto finito. Infine, è stata valutata la presenza di metalli pesanti. I residui di pomodoro si sono rilevati idonei alla produzione in azienda, in tempi brevi (circa un mese), di un compost vegetale di buona qualità. Anche una prima analisi economica del sistema di compostaggio proposto indica la compatibilità economica, oltre che la sostenibilità ambientale, della tecnologia *on-farm* sperimentata.

Parole chiave: compost; tecnologie semplificata, pomodoro, IV gamma, sostenibilità.

## Introduzione

Molte biomasse di scarto prodotte in seguito ad attività agricole condotte soprattutto in coltura protetta sono di difficile riciclo diretto nel suolo. La produzione di biomassa vegetale derivante dalle coltivazioni sotto serra è stata stimata tra le 40 e le 60 t ha<sup>-1</sup> per anno. Quella di pomodoro è particolarmente pericolosa, dato che contiene molti residui di pesticidi ed è fonte di microrganismi fitopatogeni. Il trattamento di questa tipologia di biomassa comporta elevati costi economici ed ambientali (conferimento in discarica) o induce a comportamenti illegali quali l’incenerimento, con emissione di fumi, o l’accantonamento in cumuli, con produzione di percolati. In questo lavoro vengono riportati i primi risultati di un

progetto finanziato dalla Regione Campania, realizzato per favorire la diffusione del compostaggio aziendale con tecnologie semplificate, per il reimpiego in azienda della biomassa di scarto derivante da importanti produzioni agricole, quali il pomodoro in coltura protetta, molto diffuso in Campania.

## Materiali e metodi

Impianto di compostaggio e realizzazione dei cumuli. L’impianto di compostaggio realizzato è stato del tipo a cumulo statico ad insufflazione attiva, tramite soffiante ad alimentazione elettrica e tubi forati, comandata da sistema con relè (Fig. 1).



**Figura 1** - Impianto di compostaggio "On Farm" con cumuli statici ad insufflazione di aria.

L'umidità del materiale organico è stata assicurata mediante irrigazione con manichette forate. La temperatura del cumulo è stata monitorata con termosonde.

Sono stati realizzati 4 differenti cumuli (C1, C2, C3, C4) ottenuti dalla miscelazione di: a) cippato di pioppo, avente funzione strutturante, in un quantitativo non inferiore al 50 % del peso secco del cumulo; b) compost commerciale, avente funzione di innesco, aggiunto in quantità pari al 2 % del p.s.; c) residui di piante di pomodoro, aggiunti in quantità pari al 50 %, al 37,5 %, al 25 % e al 17,5 %, del p.s., rispettivamente nel cumulo C1, C2, C3 e C4; d) residui di IV gamma (scarola), aggiunti nei cumuli C1, C2 e C3 nella quantità necessaria a raggiungere un rapporto C/N totale di 30.

### Analisi chimica dei compost

Sugli estratti acquosi dei compost (5 g s.s./10 ml acqua, agitazione 20 mine filtrazione) è stato misurato il pH con pHmetro Hanna HI113 e la conducibilità con conduttimetro CRISON MM40. I compost sono stati inceneriti mediante trattamento in muffola (550 °C, 16h) e sulle ceneri dissolte in HCL 1 N sono state realizzate le determinazioni del fosforo totale (metodo Molibdato), dei nitrati (metodo riduzione Cd-NEDA), dei metalli alcalini, alcalino-terrosi e dei metalli pesanti, tramite ICP. L'azoto totale delle matrici e del compost è stato misurato utilizzando il metodo Kjeldahl.

### Analisi di stabilità e fitotossicità dei compost

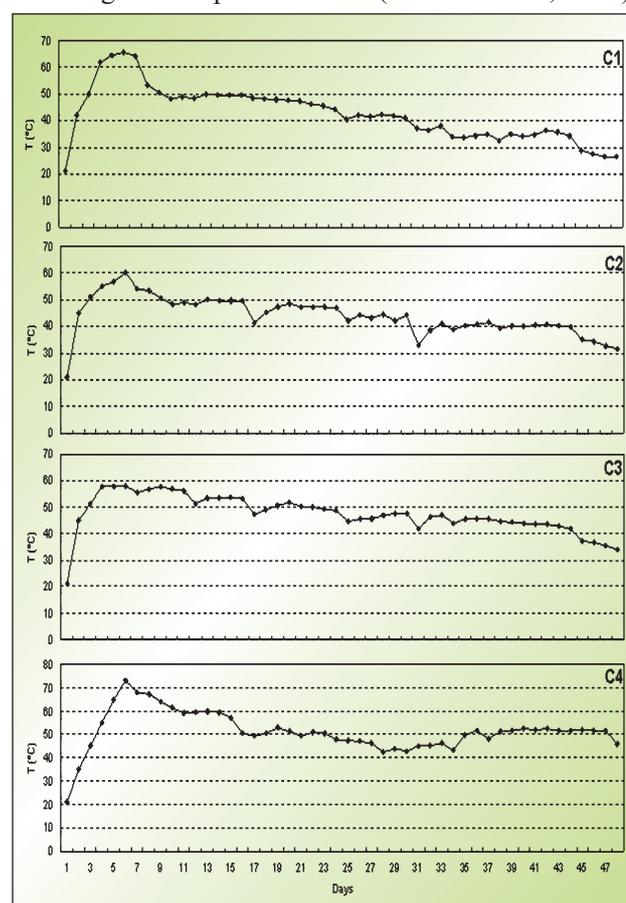
La stabilità dei compost ottenuti è stata valutata tramite misura dell'attività idrolasica totale secondo Schnürer e Rosswall (1982) e della respirazione basale con CO<sub>2</sub> Analyser IRGA SBA-4 OEM (PP System, USA) secondo il metodo Pérez-Piqueres *et al.* (2006) modificato.

La fitotossicità dei compost è stata valutata in accordo a Jeanine I. Boulter-Bitzer *et al.*, 2006. Gli esperimenti sull'allungamento dell'apparato radicale sono stati condotti su *Solanum lycopersicon*, *Lactuca sativa*, *Triticum aestivum* e *Lepidium sativum*.

L'esperimento è stato condotto a 25 °C e in condizioni di buio. Venti semi sono stati posti in piastra Petri diam. 9 cm su carta da filtro sterile imbevuta con 4 ml di soluzione da testare. L'esperimento è stato condotto a tre differenti concentrazioni di estratto acquoso (50, 16,6 e 5 g/l). Ciascun trattamento è stato ripetuto 5 volte (Bonanomi *et al.*, 2007). Per il controllo, i semi sono stati trattati con acqua sterile bidistillata. La misura dell'allungamento radicale è stata eseguita dopo 72 h per *Lepidium sativum*, *Solanum lycopersicon* e *Lactuca sativa* e dopo 48 h per *Triticum aestivum* (Bonanomi *et al.*, 2006).

### Analisi microbiologiche dei compost

Sono consistite nella determinazione di: batteri totali, batteri produttori di siderofori (principalmente *Pseudomonas* spp.), batteri termoresistenti (principalmente *Bacillus* spp.) e funghi totali. Sono state conteggiate le colonie sviluppatesi su substrati nutritivi agarizzati, dopo insemminazione di diluizioni decimali di sospensioni di compost e incubazione a 28 °C, per i batteri, o a 25 °C, per i funghi. Per la crescita dei batteri totali è stato usato il Soil extract agar addizionato con actidione; per i batteri produttori di siderofori è stato usato terreno nutritivo agarizzato privo di ferro (Scher e Baker, 1982);



**Figura 2** - Andamento delle temperature nei 4 cumuli durante il processo di compostaggio.

Compost	pH	EC	N	Ca	P	K	Mg	Na
		( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )						
C1	8,4	2693	1,25	3,87	0,0226	1,46	1,02	0,20
C2	8,2	4223	1,23	5,32	0,0201	1,21	1,25	0,15
C3	8,3	5103	1,41	4,43	0,0452	1,99	1,18	0,22
C4	8,3	8927	1,52	4,90	0,0481	1,92	1,23	0,15
C5	8,0	2770	1,40	6,58	0,0285	1,18	0,40	0,27

**Tabella 1** - Analisi chimiche dei quattro compost.

per i batteri termoresistenti, è stato usato Nutrient Agar (Sadfi *et al.*, 2001); per i funghi è stato usato Potato Dextrose Agar addizionato con gli antibiotici acido nalidixico e streptomina.

Tutte le analisi sopra descritte sono state eseguite anche su un compost commerciale, C5, (Gesenu-Perugia) ottenuto da F.O.R.S.U..

**Risultati e discussione**

L'andamento termico del processo di compostaggio per i primi 48 giorni è riportato in Fig. 2. Per tutti i cumuli è stata raggiunto il valore massimo di temperatura entro 6 giorni dall'inizio del processo. In particolare i picchi termici sono stati pari a 65,7 °C, per C1, 60,02 °C, per C2, 58,9 °C, per C3 e, infine, 73,2 °C, per C4. A conclusione del processo di compostaggio, i cumuli si trovavano tutti alla temperatura minima registrata dall'inizio della fase termofila. I differenti cumuli hanno evidenziato somme termiche calcolate (somma di tutte le temperature registrate) pari a 2042 °C per C1, 2111,5 °C per C2, 2275,8 °C per C3 e 2466,7 °C per C4, che seguono l'incidenza dei residui di pomodoro nella miscela di partenza.

Il pH di tutti i compost è risultato essere sub-alcalino, con nessuna differenza significativa nei valori medi (Tabella 1). I valori di conducibilità elettrica hanno seguito, invece, un andamento crescente, passando da C1 a C4 attribuibile in parte all'aumento del peso del substrato pomodoro che contribuisce con 1919 meq di metalli alcalini e alcalino terrosi per kg di sostanza secca, contro i 1578 e 312 meq della IV gamma e del cippato (Tabella 1).

In Tabella 1 sono riportate le analisi relative alla concentrazione di azoto nei diversi ammendanti. Anche per la concentrazione di azoto (totale e minerale) e di fosforo i diversi compost si ordinano secondo l'importanza del substrato pomodoro. Le concentrazioni degli elementi minerali nei compost ottenuti risultano sempre superiori a quelle del compost commerciale di riferimento (C5) (Tabella 1).

Le concentrazioni in metalli pesanti misurate nei differenti compost sono riportate in Tabella 2.

I quantitativi analizzati di metalli pesanti sono tali da consentire l'utilizzo dei compost in agricoltura. Le analisi hanno evidenziato una maggiore presenza di metalli pesanti nel compost commerciale di riferimento (C5) soprattutto relativamente al Mn, al Pb e allo Zn.

I livelli più elevati di attività idrolasica totale sono stati rinvenuti nel compost C4 (Figura 3).

Mentre il compost C5 ha evidenziato i livelli più bassi di idrolisi dell'FDA.

Anche il tasso di CO<sub>2</sub> prodotta, espresso come velocità di accumulo (ppm/sec), mostra un andamento lineare crescente passando dal compost C1 al C4, in relazione all'aumento della concentrazione di pomodoro nella formazione del cumulo e, comunque, sempre superiori rispetto al cumulo C5 (Figura 4).

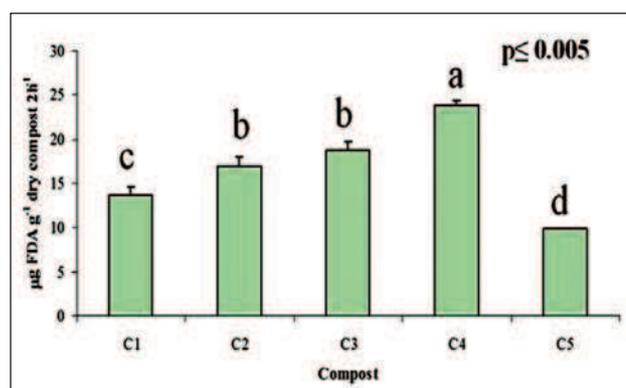
I risultati relativi all'attività idrolasica e al tasso di CO<sub>2</sub> inducono ad attribuire una maggiore maturità al compost C5 rispetto a quelli ottenuti in azienda.

Gli estratti acquosi dei 4 compost hanno mostrato valori di fitotossicità inferiori rispetto a quelli manifestati dal compost C5.

Tali risultati sono stati validi per tutte le specie vegetali testate (Fig. 5).

Compost	Cd	Cr	Cu	Mn	Pb	Zn
	ppm					
C1	0,47	34,80	40,16	328,99	4,17	64,62
C2	0,51	34,84	55,68	297,42	4,58	108,48
C3	0,45	57,96	52,96	415,18	4,87	140,35
C4	0,58	17,99	45,02	260,96	3,09	57,06
C5	0,30	16,05	45,98	427,30	28,15	247,43

**Tabella 2** - Metalli pesanti contenuti nei compost oggetto di studio.



**Figura 3** - Attività idrolasica totale misurata nei 4 cumuli di compost.

In particolare sugli estratti più concentrati, l'effetto di inibizione della crescita radicale è aumentata con i compost ottenuti da miscele a maggior contenuto iniziale di pomodoro. In tutti i casi, aumentando la diluizione dell'estratto, è aumentato l'allungamento radicale. Tra le 4 specie in prova sono stati rilevati effetti diversi sul grado di inibizione radicale.

Per *Lepidium sativum* e *Lactuca sativa*, gli estratti di C1, C2 e C3 hanno mostrato addirittura un sensibile effetto stimolante della crescita radicale, mentre il compost C4 non ha presentato significative differenze rispetto al controllo (acqua).

In Figura 6 sono visualizzati i risultati relativi alle densità delle popolazioni microbiche nei compost.

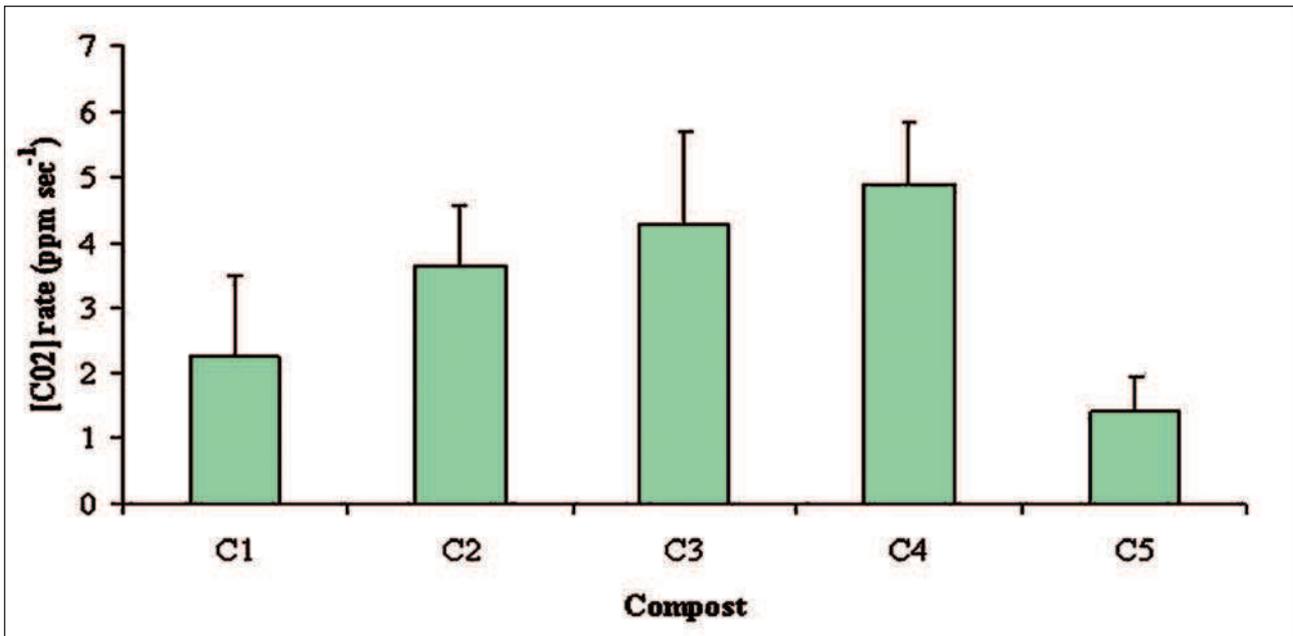


Figura 4 - Respirazione misurata per i 4 cumuli di compost.

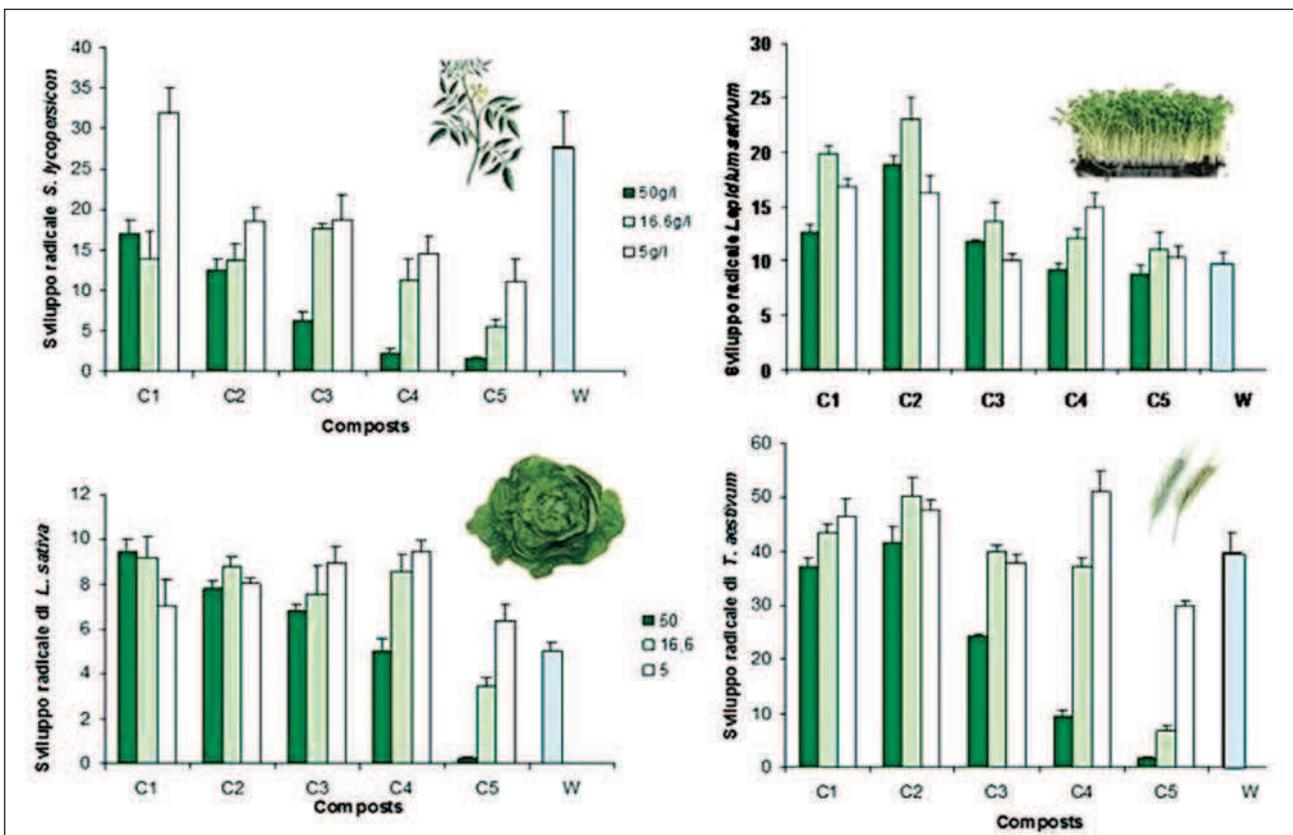


Figura 5 - Risultati dei test di fitotossicità.

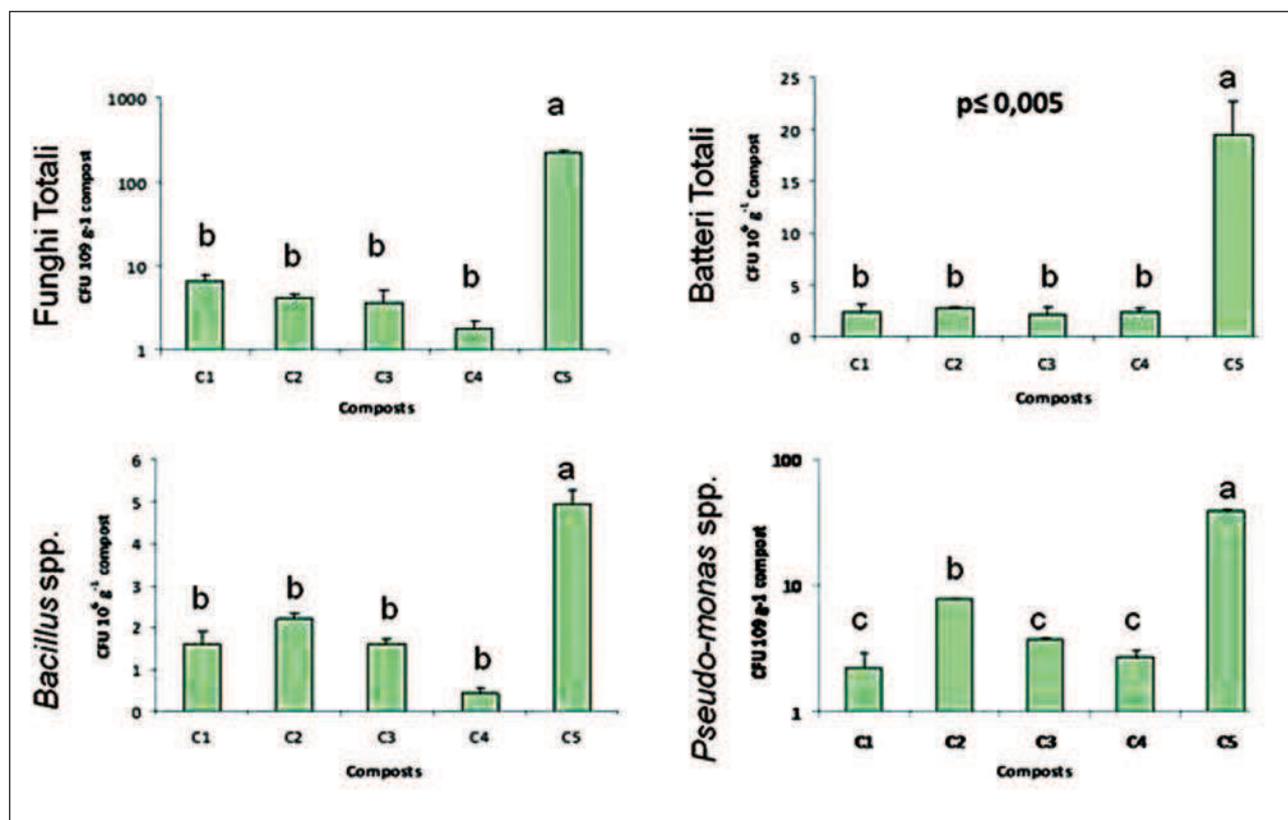


Figura 6 - Risultati delle analisi microbiologiche.

I livelli di popolazione microbica, per tutti i gruppi indagati, sono risultati marcatamente e significativamente più elevati nel compost C5, “invecchiato”, rispetto agli altri (Figura 6). La conta dei batteri totali, così come dei funghi e dei batteri sporigeni, non ha mostrato differenze significative tra i quattro compost prodotti, mentre per il gruppo pseudomonadi è stato riscontrato un livello di popolazione superiore nel compost C2.

## Conclusioni

I residui di pomodoro si sono rivelati idonei per la produzione, direttamente in azienda e in tempi brevi (poco più di un mese), di un compost vegetale di buona qualità. Da una prima analisi economica del sistema di compostaggio proposto si evidenzia una sostenibilità economica, oltre che ambientale, di questa tecnologia *on-farm*.

## Ringraziamenti

Il lavoro è stato realizzato nell’ambito del Progetto “Produzione “on farm” di compost con matrici vegetali di scarto e suo impiego per il recupero e il mantenimento della fertilità di suoli orticoli intensamente coltivati” finanziato dalla Regione Campania – Se.S.I.R.C.A.

## Bibliografia

- 1) Bonanomi, G., Sicurezza, M.G., Caporaso, S., Assunta, E., Mazzoleni, S. (2006). Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. *New Phytologist* 169: 571-578.
- 2) Bonanomi, G., Antignani, V., Pane, C., Scala, F. (2007). Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology* 89: 311-324.
- 3) Boulter-Bitzer, Jeanine I., Trevors, Jack T., Boland, Greg J. (2006). Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ont., Canada N1G 2W1.
- 4) Pérez-Piqueres, A., Edel-Hermann, V., Alabouvette, C., Steinberg, C. (2006). Response of soil microbial communities to compost amendments. *Soil Biology & Biochemistry*, 38: pp. 460-470.
- 5) Sadfi, N., Chèrif, M., Flissi, I., Boudabbous, A., Antoun, H. (2001). Evaluation of bacterial isolates from salty soils and *Bacillus thuringiensis* strains for the biocontrol of Fusarium dry rot of potato tubers. *J. Plant Pathol.*, 83: 101-118.
- 6) Scher, F. M., BAKER, R. (1982). Effect of *Pseudomonas putida* and a synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to Fusarium Wilt pathogens. *Phytopathol.*, 72: 1567-1573.
- 7) Schnurer, J., Rosswall, T. (1982). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbiological activity in soil and litter. *Appl. Environ. Microbiol.*, 43: pp.1256-1261.